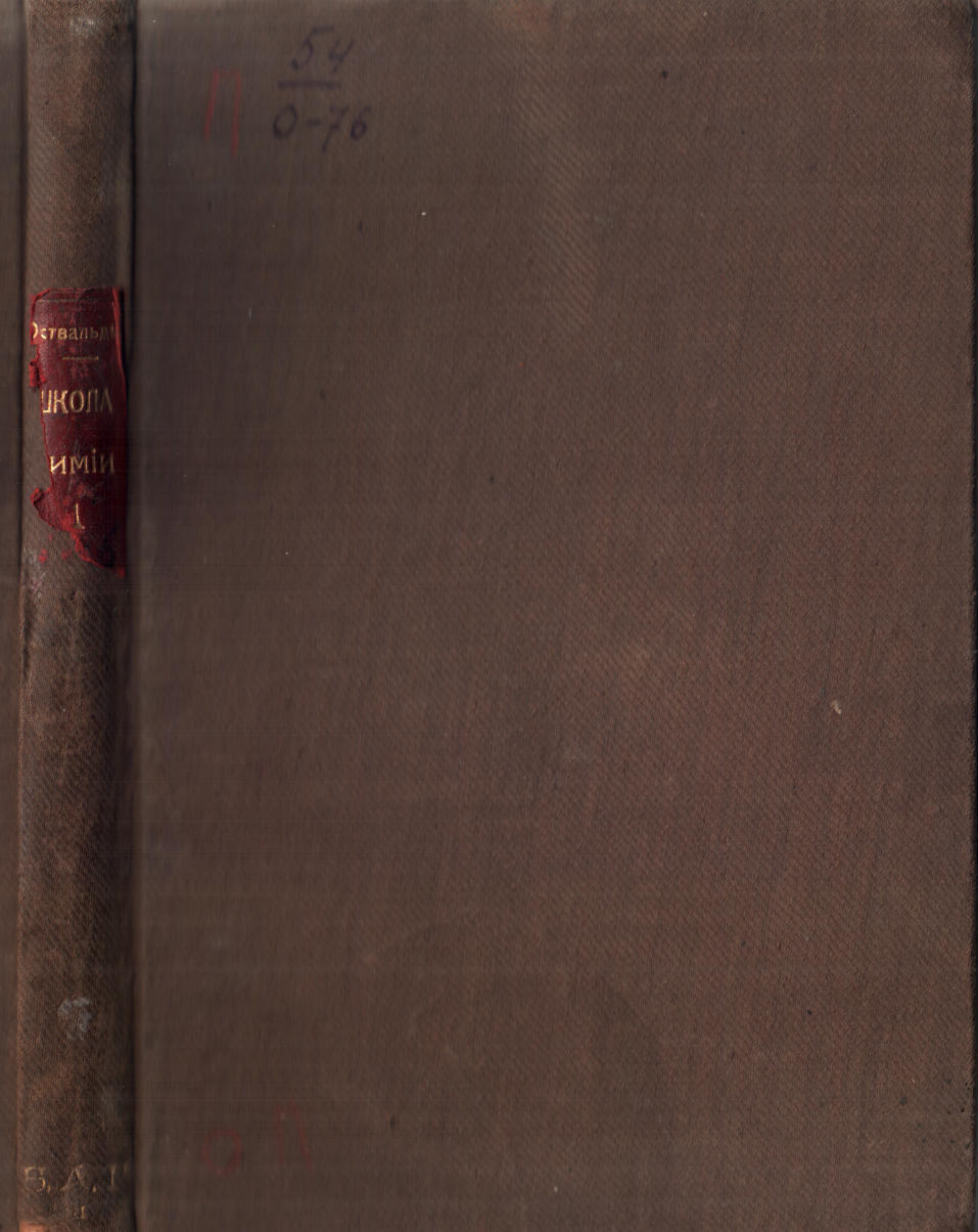
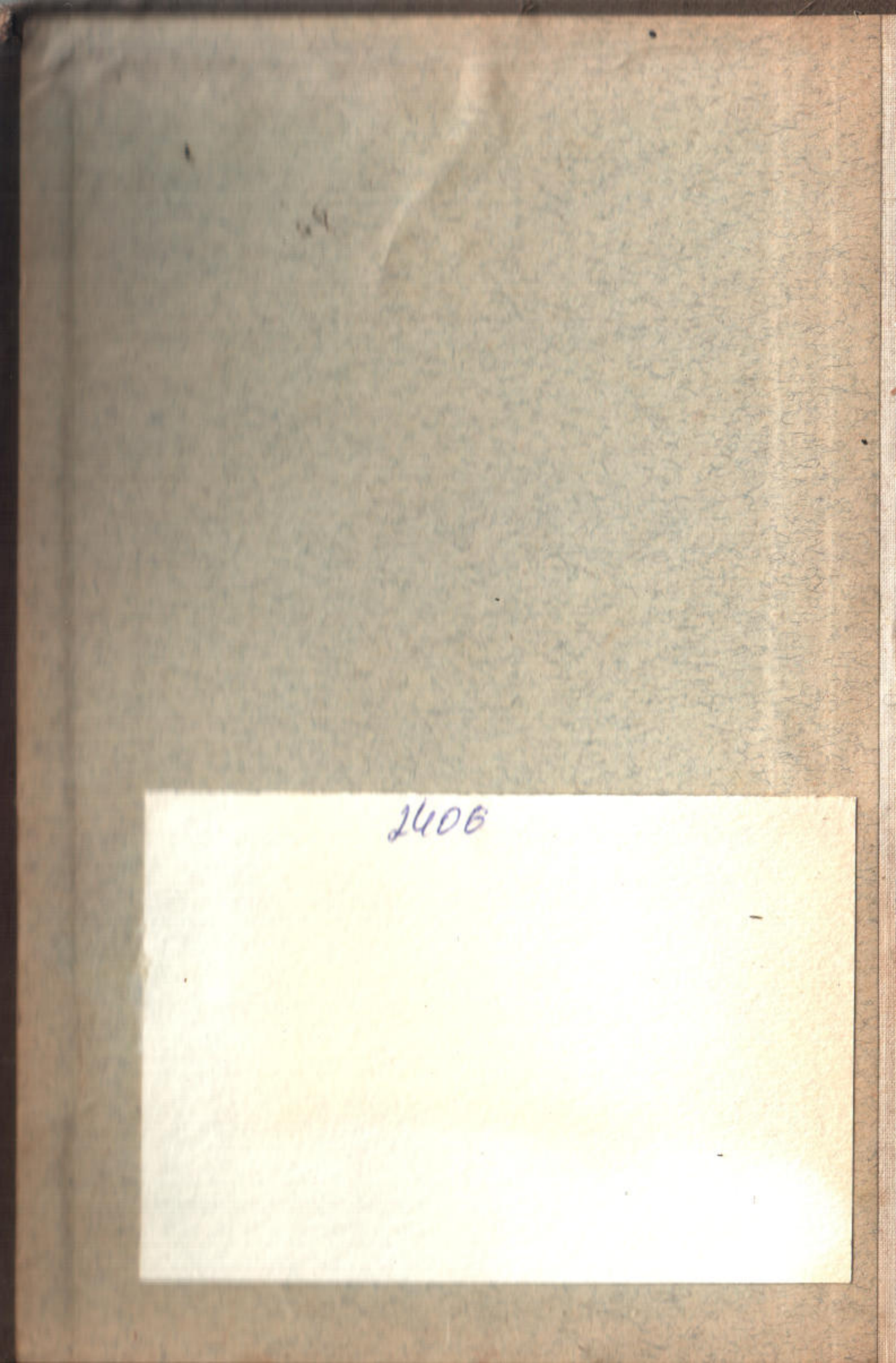
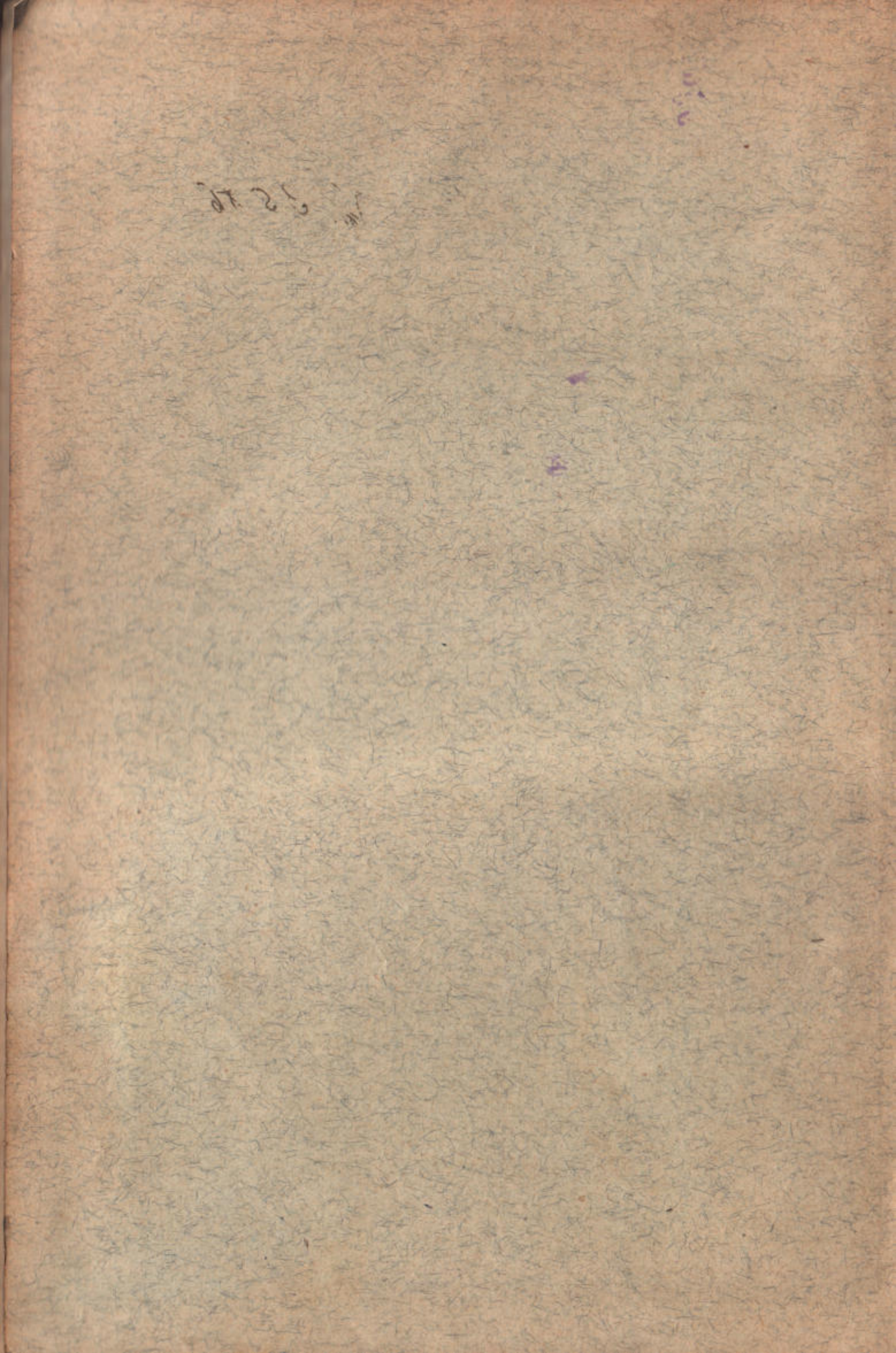
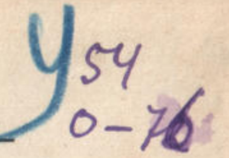

54
О-76
Оствальд
Школа
имии
I


2406





В. ОСТВАЛЬДЪ
профессоръ химіи въ Лейпцигскомъ университетѣ.

ШКОЛА ХИМІИ

Общедоступное введеніе въ изученіе химіи.

I
ОБЩАЯ ЧАСТЬ.

Съ 47 рисунками, портретомъ и біографіей автора.

Изданіе 2-е.

ПЕРЕВОДЪ СЪ НѢМЕЦКАГО.

Подъ редакціей и съ предисловіемъ профессора

Л. В. ПИСАРЖЕВСКАГО.

Въ первомъ изданіи допущено Ученымъ Комитетомъ М. Н. Пр. въ ученическія библіотеки среднихъ учебныхъ заведеній.

ОДЕССА.
Изданіе книжнаго магазина Е. П. Распопова.
1907.





Типографія Л. С. Шутака въ Одессѣ,
Троицкая, д. 27.



В. Оствальдъ.

Предисловіе къ русскому изданію.

В. Оствальдъ хорошо извѣстенъ не только какъ ученый, но также какъ и авторъ нѣсколькихъ превосходныхъ сочиненій и учебниковъ по различнымъ отраслямъ химіи.

Онъ глубоко убѣжденъ въ необходимости вести преподаваніе химіи такъ, чтобы въ основѣ его лежала физическая химія, и настоящій его трудъ: „Школа химіи" можетъ служить убѣдительнѣйшимъ доказательствомъ возможности такой постановки преподаванія съ первыхъ же шаговъ его.

Форма изложенія, принятая авторомъ—форма діалога, несомнѣнно болѣе подходитъ для цѣлей первоначальнаго ознакомленія съ химіей, чѣмъ иногда утомительная и однообразная форма послѣдовательнаго изложенія.

Образный и живой языкъ автора въ связи съ интереснымъ и удачнымъ подборомъ фактовъ и опытовъ, служащихъ для иллюстраціи теоретическихъ положеній, дѣлаетъ эту книгу настолько занимательной, что, начавъ ее читать, трудно оторваться отъ чтенія.

Всѣ опыты очень просты, описаны очень подробно и легко выполнимы съ помощью весьма незатѣйливыхъ приборовъ.

Изложеніе отличается такой общедоступностью, что ученикъ лѣтъ четырнадцати легко сможетъ усвоить содержаніе „школы химіи".

Несомнѣнно, что она займетъ одно изъ первыхъ мѣстъ среди пособій для самообразованія и сдѣлается настольной книгой преподавателя химіи: не говоря уже о молодыхъ начинающихъ учителяхъ и опытный педагогъ найдетъ здѣсь чему поучиться; это талантливо, какъ и все, выходящее изъ подъ пера Оствальда, написанное руководство научитъ его умѣнью просто ясно и толково излагать довольно трудные для пониманія начинающаго общіе вопросы химіи и покажетъ ему, какъ слѣдуетъ вести преподаваніе, чтобы сразу же заинтересовать ученика и заставить вдумчиво и сознательно относиться къ изучаемымъ явленіямъ.

Къ русскому изданію приложенъ біографическій очеркъ, составленный по прекрасному труду профессора П. И. Вальдена: „Wilhelm Ostwald“.

Пожелаемъ же наивозможно широкаго распространенія „школѣ химіи“, полезной и для того, кто хочетъ изучать химію, и для того, кому приходитя ее преподавать.

Л. Писаржевскій.

Біографія В. Оствальда *).

Вильгельмъ Фридрихъ Оствальдъ родился въ Ригѣ 21 августа 1853 г. въ семьѣ бочарнаго мастера. Первое образованіе онъ получилъ въ первоначальной школѣ для мальчиковъ, а осенью 1864 г. былъ принятъ въ реальную гимназію. Въ гимназіи Оствальдъ былъ далеко не образцовымъ ученикомъ и кромѣ обязательныхъ пяти лѣтъ остался еще на два года лишнихъ. Главной причиной этого было страстное стремленіе мальчика къ самымъ разнообразнымъ изслѣдованіямъ, которое отвлекало его отъ школьныхъ занятій и мѣшало успѣшному окончанію курса. Можно смѣло сказать, что Оствальдъ съ самыхъ юныхъ лѣтъ питалъ живой интересъ ко всему, что только не было простымъ и обыкновеннымъ. Какъ-то, еще въ начальной школѣ, попала ему въ руки старая книга съ описаніемъ приготовленія фейерверковъ. Со свойственной ему пылкостью мальчикъ принялся за изготовленіе ихъ по даннымъ рецептамъ. Первые опыты вышли удачными и фейерверки стали устраиваться на водѣ и на сушѣ. Эти опыты положили начало практическому изученію имъ химіи; они познакомили мальчика съ значительнымъ числомъ химическихъ тѣлъ и реакцій; они помогли ему также выработать ловкость и находчивость въ тѣхъ случаяхъ, когда книга не давала достаточно свѣдѣній. Начавъ заниматься въ это-же время фотографіей,—Оствальдъ и здѣсь проявилъ такое-же умѣніе и изобрѣтательность, какъ и при устройствѣ фейерверковъ. Такъ онъ смастерилъ изъ бинокля очень порядочный фотографическій аппаратъ, и первой работой былъ сдѣланный имъ въ рембрандтовскомъ освѣщеніи снимокъ товарища, сохранившійся недурно до сихъ поръ, т. е. болѣе 30 лѣтъ.

Въ гимназіи Оствальдъ читалъ очень много по различнымъ отраслямъ знанія, причемъ свободно владѣлъ тремя языками. Нѣмец-

---

*) Этотъ біографическій очеркъ составленъ по книгѣ профессора П. Вальдена: „Wilhelm Ostwald“. Leipzig. 1904.

кую литературу онъ зналъ въ совершенствѣ и благодаря своей феноменальной памяти могъ цитировать наизусть цѣлыя страницы. Также прилежно изучалъ онъ французскихъ классиковъ и читалъ Шекспира въ подлинникѣ. Съ самыхъ раннихъ лѣтъ Оствальдъ проявилъ большія способности и любовь къ музыкѣ и рисованію, занятія которыми не оставлялъ въ теченіе всей своей жизни. Теперь онъ превосходно играетъ на нѣсколькихъ инструментахъ, а картины его, написанныя акварелью, пастелью и масляными красками, хорошо извѣстны въ кругу художниковъ.

Будучи во второмъ классѣ гимназіи, Оствальдъ издавалъ для своихъ товарищей рукописную иллюстрированную газету, для которой и текстъ и рисунки составлялъ самъ. Все свободное время онъ посвящалъ различнымъ химическимъ опытамъ и до сихъ поръ съ признательностью вспоминаетъ объ учебникѣ, руководившемъ имъ въ его первыхъ систематическихъ занятіяхъ химіей,—о „Школѣ химіи" Штекгарта.

По окончаніи Реальнаго училища въ 1872 г. Оствальдъ поступилъ студентомъ въ Дерптскій университетъ на физико-математическій факультетъ. Въ первый годъ поступленія онъ со всей пылкостью своей живой натуры отдался обычному среди нѣмецкаго студенчества времяпрепровожденію и поступилъ въ одну изъ корпорацій. Несмотря на безпорядочный образъ жизни, онъ не переставалъ серьезно работать по самымъ различнымъ отраслямъ науки. Этому помогало частное чтеніе, постоянныя сношенія и живой обмѣнъ мыслей, какъ со студентами различныхъ факультетовъ, такъ и съ людьми различныхъ профессій. Университетскихъ лекцій, которыя по словамъ Оствальда „уже тогда погружали его въ глубокій сонъ", онъ не посѣщалъ, за исключеніемъ лекцій проф. Шмидта, читавшаго „Исторію химіи". Оствальдъ усердно занимался практическими работами въ химической лабораторіи, гдѣ проходилъ количественный анализъ подъ руководствомъ доцента Лемберга. Лембергъ, обладавшій громадными познаніями, былъ первымъ настоящимъ химикомъ, помогавшимъ Оствальду словомъ и дѣломъ и оказавшимъ громадное вліяніе на его научное развитіе.

Спустя три года послѣ поступленія Оствальдъ окончилъ курсъ. Его кандидатское сочиненіе „о химическомъ дѣйствіи массы воды" было самостоятельной работой, напечатанной въ одномъ изъ научныхъ журналовъ. Оно посвящено изученію химическаго сродства, какъ и большая часть остальныхъ его работъ, появившихся въ ближайшее десятилѣтіе. Заниматься въ этомъ направленіи Оствальда по-

будилъ Лембергъ, но тема и экспериментальная разработка принадлежатъ всецѣло автору.

Оствальдъ, по общему признанію товарищей и учителей, отличался полнымъ отсутствіемъ предразсудковъ во всѣхъ своихъ возрѣніяхъ, необыкновенной искренностью, добродушіемъ и оптимизмомъ, не покидавшимъ его ни при какихъ обстоятельствахъ. Но то, что было въ немъ, быть можетъ, цѣннѣе всего,—рѣзко выраженная индивидуальность и разносторонность его натуры—не пользовалось ихъ уваженіемъ, и самые снисходительные называли его „чудакомъ".

По окончаніи университета Оствальдъ былъ оставленъ проф. Oettingen'омъ ассистентомъ при физическомъ кабинетѣ.

Въ 1877 г. онъ защищалъ магистерскую диссертацію, въ январѣ 1878 г. прочиталъ въ качествѣ приватъ-доцента первую лекцію „о химическомъ сродствѣ", а осенью того-же года защитилъ докторскую диссертацію.

Въ 1879 г. работы Оствальда удостоились необыкновенной похвалы въ одномъ извѣстнѣйшемъ англійскомъ научномъ журналѣ, гдѣ были поставлены на ряду съ знаменитыми работами Гульдберга и Вааге. Въ это же почти время Лотаръ Мейеръ въ своемъ классическомъ трудѣ „Современныя теоріи химіи" проводитъ параллель между работами Гульдберга и Вааге, работой Юл. Томсона и изслѣдованіями Оствальда, описаніемъ которыхъ занимаетъ цѣлыя страницы.

Будучи магистромъ въ Дерптѣ Оствальдъ бывалъ въ домѣ д-ра Рейера, гдѣ познакомился съ его племянницей, на которой и женился въ апрѣлѣ 1880 г. Въ жизни Оствальда женщины не играли никакой роли, и тѣмъ большее значеніе выпало на долю его жены. Она всю жизнь посвятила на устраненіе всего, что могло мѣшать его научной дѣятельности. Оствальдъ посвятилъ свои „Основанія неорганической химіи" „своему вѣрнѣйшему товарищу", какъ онъ называетъ свою жену, „въ благодарность за вѣрную помощь". Въ 1881 г. Оствальдъ получилъ приглашеніе занять кафедру химіи въ Рижскомъ политехникумѣ. По поводу этого назначенія проф. Дерптскаго университета Шмидтъ въ письмѣ къ директору политехникума, говоря о выдающихся дарованіяхъ Оствальда, пишетъ, между прочимъ, слѣд.: „онъ (Оствальдъ) будетъ звѣздой первой величины въ пограничной области между физикой и химіей, области, которую онъ разрабатываетъ съ удивительной основательностью и полнотой". Со времени назначенія Оствальда профессоромъ въ политехникумъ началась для послѣдняго новая эра. Благотворное вліяніе Оствальда отрази-

лось не только на химическомъ отдѣленіи, но и вообще на всей научной дѣятельности политехникума, повысивъ его интенсивность.

Лекціи Оствальда, особенно по органической химіи, отличались всегда необыкновенной ясностью и доступностью изложенія, что въ связи съ великолѣпно поставленными опытами дѣлало ихъ полными захватывающаго интереса. Особенно плодотворнымъ было его практическое преподаваніе химіи въ лабораторіи, принципомъ котораго было желаніе дать не только знаніе основныхъ положеній и законовъ, но и умѣніе легко и свободно примѣнять ихъ. Кромѣ того Оствальдъ считалъ необходимымъ пробудить въ студентахъ самодѣятельность, желаніе самостоятельно находить тему и разрабатывать ее, по возможности, безъ посторонней помощи.

Во время своей дѣятельности въ Ригѣ (1881—1887 г.) Оствальдъ напечаталъ тридцать экспериментальныхъ работъ, между прочимъ, свои важныя изслѣдованія по электрохиміи. Къ важнѣйшимъ событіямъ его рижской дѣятельности относятся, съ одной стороны, изданіе „Lehrbuch der allgemeinen Chemie", съ другой—основаніе журнала „Zeitschrift für physikalische Chemie, Stöchiometrie und Verwandrschaftslehre".

Несмотря на то, что профессорская и научная дѣятельность отнимали очень много времени, Оствальдъ занимался еще популяризаціей научныхъ знаній. Онъ писалъ популярныя статьи, читалъ публичныя лекціи о самыхъ разнообразныхъ предметахъ,—начиная съ воды, огня, воздуха и земли и кончая физической химіей и музыкой.

Въ 1887 г. Оствальдъ получилъ приглашеніе занять кафедру въ Лейпцигскомъ университетѣ въ качествѣ ординарнаго профессора химіи. Съ этого года начался самый продуктивный періодъ въ его жизни, какъ по количеству и качеству издаваемыхъ имъ работъ, такъ и по замѣчательнымъ лекціямъ, которыя всегда носили отпечатокъ его индивидуальности.—Мысль его работаетъ неустанно и часто среди лекціи онъ поражаетъ слушателей неожиданными обобщеніями и смѣлыми выводами. Лекціи его, изъ года въ годъ по одному и тому-же предмету, никогда не походятъ одна на другую и носятъ на себѣ слѣды безконечной духовной эволюціи своего творца. Онъ обладаетъ необыкновеннымъ талантомъ изъ массы матеріала выбрать самое существенное, сложное и запутанное представить въ простомъ и общедоступномъ изложеніи.

Дѣятельность ученаго можетъ проявляться въ трехъ видахъ: учителя, изслѣдователя и писателя. Очень рѣдко встрѣчается, чтобы одинъ ученый совмѣщалъ въ себѣ эти три вида дѣятельности. Ост-

вальдъ не только талантливый лекторъ и педагогъ, но также геніальный изслѣдователь и писатель въ различныхъ научныхъ областяхъ. Его имя стало знаменитымъ. Въ лейпцигскую физико-химическую лабораторію стекаются со всѣхъ концовъ свѣта молодые, одушевленные жаждой знанія юноши, начинающіе ученые, профессора съ установившейся научной репутаціей. Люди всѣхъ націй,—американцы, англичане, французы, русскіе, японцы и т. д. всѣ одинаково находятъ тамъ удовлетвореніе своихъ научныхъ запросовъ. Среди учениковъ Оствальда можно найти извѣстныхъ ученыхъ разныхъ странъ, достаточно упомянуть Арреніуса (Стокгольмъ), Икеда (Токіо), Зелинскаго и Каблукова (Москва), Нернста, Леблана, Вислиценуса и мн. др.

Работы Оствальда охватываютъ всѣ области физической химіи. Въ молодые годы онъ занимался разработкой теоріи химическаго сродства, впослѣдствіи-же, главнымъ образомъ, электрохиміей и энергетикой. Въ послѣднее время изъ его лабораторіи выходили очень значительныя работы изъ области катализа. Послѣднія работы Оствальда (открытіе кататипіи совмѣстно съ Гроссомъ и открытіе каталитическаго окисленія амміака въ азотную кислоту совмѣстно съ Брауеромъ) показали, что такая, на первый взглядъ, отвлеченная наука, какъ физическая химія можетъ имѣть весьма важное практическое примѣненіе. Оствальдъ постоянно подчеркиваетъ въ своихъ докладахъ и статьяхъ (напр., въ „этюдахъ по политической химіи", „инженерное искусство химіи" и др.) это значеніе физической химіи. Кромѣ того, онъ примѣнилъ современныя химическія ученія къ труднѣйшимъ проблемамъ философіи въ своей „химической теоріи свободы воли" и „химической теоріи жизни".

Не менѣе профессорской и научной дѣятельности Оствальда велико его значеніе какъ писателя. Его первый большой трудъ „Lehrbuch der allgemeinen Chemie" также, какъ и „Основанія общей химіи" разошлись въ нѣсколькихъ изданіяхъ. Въ 1893 г. появилась его извѣстная каждому, занимающемуся физической химіей, „Hand und Hilfsbuch". Въ слѣдующемъ году появились „Научныя основанія аналитической химіи", гдѣ въ первый разъ была дана Оствальдомъ теорія аналитическихъ реакцій, основанная на новѣйшихъ химическихъ ученіяхъ, и благодаря этому аналитическая химія, имѣвшая раньше служебное значеніе, возвысилась на степень важной научной дисциплины. Въ 1896 появилась его знаменитая электрохимія, а въ 1900 онъ предпринялъ реформу преподаванія неорганической химіи, издавъ „Основы неорганической химіи", сдѣлавшія эпоху въ этомъ направ-

леніи. Начиная съ 1901 г. Оствальдъ издаетъ „Annalen der Naturphilosophie“, посвященные обработкѣ и развитію связи между философіей и отдѣльными науками. Наконецъ, въ 1903 г. Оствальдъ предпринялъ изданіе книги, предназначенной, какъ для взрослыхъ, такъ и для дѣтей, начавшихъ изучать химію. Эта книга „Школа химіи, общедоступное введеніе въ изученіе химіи“ имѣетъ цѣлью распространеніе въ самыхъ широкихъ кругахъ современныхъ химическихъ воззрѣній, сдѣлавъ ихъ понятными и доступными каждому.

Сочиненія Оствальда переведены не только на русскій, англійскій, французскій языки, но и на венгерскій, польскій, новогреческій, японскій и мн. др.

Въ вышеупомянутомъ, основанномъ и издаваемомъ Оствальдомъ журналѣ: „Zeitschrift für phisik. Chemie“ Оствальдъ стоитъ на стражѣ новѣйшихъ химическихъ теорій и отражаетъ нападенія противниковъ, безжалостно поражая ихъ силой своей смѣлой и геніальной мысли. По всѣмъ сочиненіямъ Оствальда разбросаны отрывки мыслей, намеки, которыми потомъ пользовались другіе, разрабатывая ихъ въ стройную систему. Не даромъ извѣстный Бекманъ какъ-то выразился, что полчаса разговора съ Оствальдомъ даютъ матерьялъ для работъ на полгода.

Знаменитый химикъ Van't Hoff говоритъ слѣдующее о дѣятельности Оствальда: „въ числѣ немногихъ, подвинувшихъ за послѣднія 15 лѣтъ физическую химію въ ея развитіи, слѣдуетъ прежде всего упомянуть о В. Оствальдѣ, который своей необъятной педагогической и научной дѣятельностью, своими удивительными литературными трудами и своимъ организаторскимъ талантомъ въ дѣлѣ распространенія физической химіи сдѣлалъ болѣе всѣхъ другихъ“...

Оствальдъ не только знаменитый химикъ, но также и извѣстный философъ. Въ основѣ его многочисленныхъ работъ по теоріи познанія лежитъ наука, свободная отъ гипотезъ, и энергетическое міровоззрѣніе. Интересно вкратцѣ прослѣдить философское развитіе Оствальда. Молодымъ докторомъ (1878) онъ признаетъ атомистическую теорію и отстаиваетъ смѣлое положеніе: „пространственное расположеніе атомовъ въ молекулѣ опредѣлимо“. Будучи профессоромъ въ 1884 г. онъ дѣлается приверженцемъ новой химіи—стереохиміи и защищаетъ ее отъ нападеній Рау. Въ 1887 г. Оствальдъ признаетъ двѣ субстанціи—матерію и энергію и говоритъ о гипотезахъ, какъ о „драгоцѣнныхъ помощникахъ при изученіи и изслѣдованіи чего-либо“. Въ 1892 г. Оствальдъ публикуетъ свои „Этюды по энергетикѣ“, въ 1895 г. выпускаетъ: „несостоятельность научнаго матеріализма и его устраненіе“, гдѣ отказывается отъ матеріи и атомной

теоріи, говоря, что реальной можно признать въ природѣ только энергію, представляющую собой единственную неизмѣнную величину, открываемую нами въ природѣ, тогда какъ матерія есть лишь продуктъ нашей мысли. Опытно мы познаемъ лишь различныя свойства вещества. Если мы отнимемъ у вещества эти свойства, то у насъ не останется ничего, а между тѣмъ, мы носителемъ свойствъ называемъ матерію; слѣдовательно, этотъ носитель есть ничто, т. е. другими словами, опытно мы его знать не можемъ, онъ есть лишь наша „гипотеза". Зачѣмъ-же намъ, говоритъ Оствальдъ, эта гипотеза, не можемъ-ли мы обойтись безъ нея. Мы можемъ изъ опыта познать лишь свойства вещества; не лучше-ли для насъ ограничиться лишь этимъ и не создавать гипотезы о носителѣ свойствъ. То же, что мы дѣйствительно знаемъ о веществѣ, т. е. его свойства, можетъ быть разсматриваемо какъ тѣ или другія проявленія энергіи. Такимъ образомъ, все, что мы знаемъ о внѣшнемъ мірѣ, можетъ быть сведено къ отношеніямъ энергіи, а для матеріи не останется ничего, даже занимаемаго ею пространства, такъ какъ и послѣднее мы познаемъ лишь черезъ трату энергіи, необходимую для проникновенія въ него, т. е. для движенія. Поэтому ученье Оствальда и получило названіе „энергетизма", въ отличіе отъ общепринятаго воззрѣнія, признающаго существованіе атомистической матеріи,—т. е. атомизма. Энергетизмъ и возникъ, какъ реакція противъ черезчуръ сильнаго увлеченія атомистически-матеріалистическимъ воззрѣніемъ.

Въ 1902 г. Оствальдъ даетъ въ „лекціяхъ по натурфилософіи" философскую картину міра, построенную исключительно на энергетическихъ основаніяхъ. „Лекціи по натурфилософіи, говоритъ П. Вальденъ, представляютъ собой рѣдкую и замѣчательную книгу, въ которой нѣтъ ни одной гипотезы, несмотря на то, что общіе вопросы научнаго мышленія трактуются съ точки зрѣнія естествоиспытателя и химика".

Когда-то Кантъ сказалъ, что „химія не болѣе, какъ систематизированное искусство или экспериментальное ученіе, но наукой въ настоящемъ смыслѣ этого слова она никогда не будетъ".

Теперь никто не сомнѣвается, что химія стала настоящей наукой въ кантовскомъ смыслѣ. Кантъ восклицалъ: „дайте мнѣ матерію и я построю изъ нея міръ!" А теперь химикъ говоритъ: „возьмите отъ меня матерію и я безъ нея создамъ міръ!"

Въ заключеніе для дополненія характеристики личности Оствальда приведемъ его слова, которыми онъ оканчиваетъ свои лекціи

по натурфилософіи: „личное благо человѣка кроется въ возможно большемъ количествѣ людей, входящихъ въ кругъ его заботъ. Здѣсь лежатъ большей частью несознаваемые источники великихъ дѣлъ, которыми одна личность можетъ принести счастье многимъ, а въ возникающемъ при этомъ необъятномъ расширеніи нашего собственнаго „я“ заключается причина того чувства высшаго счастья, которое ярко свѣтитъ тому, кому разъ довелось совершить такое дѣло“.



Предисловіе автора.

Причины, побудившія меня составить эту книжку, лежатъ отчасти въ прошломъ, отчасти въ будущемъ. Однѣ изъ нихъ коренятся въ чувствѣ благодарности, которое я теперь испытываю къ „Школѣ химіи" покойнаго Штекгардта. Вся моя позднѣйшая дѣятельность въ области химіи была заранѣе опредѣлена благодаря счастливой судьбѣ, пославшей мнѣ въ руки именно это мастерское въ педагогическомъ отношеніи произведеніе въ качествѣ перваго руководства по химіи. Благодаря здравой непосредственности, съ которой въ названной книгѣ ученикъ вводится въ кругъ изучаемыхъ фактовъ, и умѣнью приспособить опыты къ степени развитія и пониманія начинающаго я не утратилъ способности относиться ко всему съ точки зрѣнія основанной на опытѣ, хотя и занимался впослѣдствіи преимущественно общими вопросами науки. Поэтому предложеніе написать современнаго „Штекгардта", сдѣланное мнѣ той же самой издательской фирмой, которая въ свое время выпустила въ свѣтъ упомянутое выше руководство, было для меня и лестно и въ то же время въ выс-

шей степени пріятно, какъ удобный случай для уплаты стараго долга благодарности.

Вотъ въ чемъ состоитъ связь этой книжки съ прошлымъ. Связь съ будущимъ вытекаетъ изъ подобныхъ же соображеній.

Въ послѣднее столѣтіе химія сдѣлала огромный шагъ впередъ; центръ тяжести совершенной работы выпалъ на долю Германіи. Тысячи прилежныхъ рукъ при поддержкѣ учебныхъ заведеній, ставшихъ образцами для прочаго культурнаго міра, и благодаря постоянному взаимодѣйствію науки и техники создали химическую науку; все возрастающее практическое значеніе ея служитъ для нея постояннымъ испытаніемъ и охраненіемъ ея здороваго нормальнаго роста. Развитіе почти исключительно сосредоточилось въ области органической химіи; и въ ней главное развитіе получила препаративная и систематическая часть, и еще до сихъ поръ подготовка преобладающаго большинства будущихъ химиковъ идетъ въ этомъ направленіи, послѣ того какъ они поспѣшно пройдутъ анализъ. Это одностороннее быстрое развитіе, какъ и всякое быстрое развитіе, имѣетъ свою опасную сторону, своевременно указать на которую есть долгъ всякаго, кто не ограничиваетъ своего кругозора сегодняшнимъ днемъ. Неорганическая химія стала наукой раньше органической; наряду съ техникой органическихъ соединеній существуетъ техника неорганическихъ соединеній, какъ основа всякой вообще химической техники. И первые голоса, сѣтовав-

шіе на неподготовленность чистыхъ органиковъ къ рѣшенію задачъ, неотносящихся къ ихъ области, раздались именно изъ круга техниковъ; они потребовали помощи; и благодаря характерной для Германіи солидарности между наукой и техникой, представители нашей науки взялись за рѣшеніе этой задачи.

Изъ большого числа различныхъ средствъ, предложенныхъ съ цѣлью своевременно предотвратить грозящую опасность односторонняго химическаго образованія, лишь одно кажется мнѣ наиболѣе дѣйствительнымъ: слѣдуетъ воспользоваться для этого плодами, выросшими за послѣднія десятилѣтія на почвѣ самой науки, т. е. общей и физической химіей.

Занимаясь такими вопросами, которые являются основными какъ для органической, такъ и для неорганической, какъ для чистой, такъ и для прикладной химіи, общая и физическая химія должна естественно служить основой всякаго химическаго образованія, а слѣдовательно и основой химическаго преподаванія съ самыхъ первыхъ шаговъ его. Въ цѣломъ рядѣ трудовъ, различныхъ по объему и преслѣдующихъ различныя цѣли, я старался познакомить сначала моихъ коллегъ, уже образованныхъ спеціалистовъ, а затѣмъ и изучающихъ химію или родственныя ей науки съ основными положеніями общей и физической химіи, освѣщая ихъ съ точки зрѣнія современнаго состоянія науки. Постоянныя занятія этимъ предметомъ и многолѣтній преподавательскій опытъ не только укрѣпили давно уже сложившееся у меня убѣжденіе въ необходимости

вести преподаванiе въ такомъ духѣ съ самыхъ первыхъ его ступеней, но также вселили въ меня убѣжденiе въ возможности такой его постановки; настоящее сочиненiе есть результатъ моихъ усилiй, направленныхъ въ эту сторону.

Нужно прибавить, что настоящiй томикъ представляетъ только первую, вводную часть, вслѣдъ за которой въ ближайшемъ будущемъ появится вторая, систематическая часть; такимъ образомъ все сочиненiе будетъ состоять приблизительно изъ 30 печатныхъ листовъ. Что касается избранной мною формы изложенiя, —формы дiалога, то она показалась мнѣ, послѣ многократныхъ пробъ, наиболѣе подходящей; я убѣдился, что она не требуетъ для достиженiя намѣченной цѣли больше мѣста, чѣмъ послѣдовательное изложенiе, производя въ то же время болѣе сильное и живое впечатлѣнiе; и всякiй, я думаю, пойметъ, что эта форма принята здѣсь не случайно, а есть результатъ моей разносторонней преподавательской опытности.

Лейпцигъ, Май, 1903. В. Оствальдъ.

---

1. Вещества.

Учитель. Сегодня мы начнемъ нѣчто новое. Мы приступимъ къ изученію химіи.

Ученикъ. А что такое химія?

Учитель. Химія часть естествознанія. Ты уже имѣешь нѣкоторыя свѣдѣнія о животныхъ и о растеніяхъ; знаешь также, что ученіе о животныхъ называется зоологіей, а ученіе о растеніяхъ—ботаникой.

Ученикъ. Въ такомъ случаѣ химія—ученіе о камняхъ?

Учитель. Нѣтъ, ученіе о камняхъ называется минералогіей, но химія очень близка къ ней. Да и минералогія—ученіе не только о камняхъ, но и всѣхъ другихъ веществахъ, которыя,—какъ золото, уголь, сѣра,—находятся въ земной корѣ. Всѣ эти предметы относятся также къ химіи, но кромѣ того къ ней относятся и такіе предметы,—какъ сахаръ, стекло, желѣзо, которые не находятся въ землѣ а искусственно изготовляются изъ другихъ предметовъ. Химія—это ученіе о всѣхъ веществахъ, какъ искусственныхъ, такъ и природныхъ.

Ученикъ. Слѣдовательно, дерево также относится къ химіи?.

Учитель. Нѣтъ, потому что дерево не вещество.

Ученикъ. Но вѣдь оно состоитъ изъ древесины, а древесина вѣдь вещество?

Учитель. Да, но дерево содержитъ еще кое-что другое; его листья и плоды состоятъ не изъ древесины, а изъ другихъ веществъ. Всѣ эти вещества, взятыя въ отдѣльности, относятся къ химіи, но чтобы получить каждое въ отдѣльности нужно разрушить дерево.

Ученикъ. Что же такое собственно вещество?

Учитель. Этого нельзя сказать въ двухъ словахъ. Посмотримъ, можетъ быть, ты и самъ это знаешь, но еще не умѣешь этого выразить. Что это такое?

Ученикъ Кажется сахаръ.

Учитель. Почему ты такъ думаешь?

Ученикъ. Потому что сахаръ въ сахарницѣ имѣетъ такой-же видъ. Дай-ка мнѣ его попробовать. Да, это сахаръ, такъ какъ онъ сладокъ.

Учитель. Не скажешь ли ты, почему еще ты можешь узнать сахаръ?

Ученикъ. Онъ дѣлаетъ пальцы липкими. Этотъ кусокъ также липнетъ къ пальцамъ.

Учитель. Слѣдовательно, ты можешь узнать сахаръ, если тебѣ дать въ руки какое либо вещество и спросить, сахаръ-ли это? И ты его узнаешь прежде всего именно по его внѣшнему виду, затѣмъ по его вкусу и затѣмъ по его липкости. Эти примѣты называются **свойствами**. Ты узнаешь сахаръ по его свойствамъ. Сахаръ—вещество; **слѣдовательно, вещества узнаются по ихъ свойствамъ**. Полагаешь ли ты, что можно пользоваться всѣми свойствами вещества для того, чтобы узнать его?

Ученикъ. Конечно, если только я ихъ знаю.

Учитель. Мы сейчасъ увидимъ это. Существуетъ-ли только одинъ родъ сахара? Нѣтъ, ты знаешь, что есть головной сахаръ, т. е. въ большихъ кускахъ, и есть сахаръ въ порошкѣ, напоминающемъ песокъ. Оба эти сорта представляютъ одинъ и тотъ-же сахаръ, такъ какъ головной сахаръ можно превратить въ песокъ, если его истолочь въ ступкѣ.

Ученикъ. Да; значитъ они оба одно и то-же!

Учитель. Оба представляютъ собою одно и то-же вещество —сахаръ, но отличаются другъ отъ друга по одному изъ своихъ свойствъ—по внѣшнему виду или формѣ. **Форма** предмета есть тоже свойство; ее можно измѣнять, какъ угодно, но вещество при этомъ остается тѣмъ-же. Тоже самое можно сказать о **количествѣ**. Будетъ-ли сахарница полна или почти пуста, сахаръ находящійся въ ней, всетаки будетъ сахаръ. Слѣдовательно, форма и количество не представляютъ собою такихъ свойствъ, по которымъ можно распознать вещества. Сахаръ бываетъ теплый или холодный?

Ученикъ. Я этого не знаю. Онъ можетъ быть и теплымъ и холоднымъ.

Учитель. Конечно; значитъ, теплота или холодъ тоже не такія свойства, по которымъ можно было-бы отличить сахаръ.

Ученикъ. Да; иначе и быть не можетъ; мы можемъ его сдѣлать большимъ или малымъ, теплымъ или холоднымъ, какъ мы захотимъ.

Учитель. Вотъ видешь, теперь мы подошли къ самому главному. Между свойствами предмета существуютъ такія, которыхъ нельзя измѣнить, какъ напримѣръ—сладость и липкость. Сахаръ всегда сладокъ и всегда липнетъ къ пальцамъ. Величину-же его, форму и теплоту всегда можно измѣнить. Каждое опредѣленное вещество имѣетъ опредѣленныя неизмѣнныя свойства, и каждый предметъ получаетъ названіе этого вещества, если онъ имѣетъ эти опредѣленныя, неизмѣнныя свойства, независимо отъ того, теплый ли онъ или холодный, большой или малый, вообще независимо отъ его другихъ, измѣняемыхъ свойствъ. Часто предметъ получаетъ названіе не по веществу своему, а по своей формѣ и употребленію. Тогда говорятъ, что онъ состоитъ изъ опредѣленнаго вещества.

Ученикъ. Это я не совсѣмъ понялъ.

Учитель. Что такое вотъ этотъ и вотъ тотъ предметъ?

Ученикъ. Это вязальная игла, а то ножницы.

Учитель. Вещества ли ножницы и вязальная игла?

Ученикъ. Я этого точно не знаю, но думаю, что онѣ не вещества.

Учитель. Если ты желаешь это знать, ты долженъ только спросить, изъ чего состоитъ или изъ чего сдѣланъ предметъ. Тогда ты большей частью приходишь къ названію самого вещества. Изъ чего сдѣланы ножницы и вязальная игла?

Ученикъ. Изъ желѣза. Значитъ желѣзо вещество?

Учитель. Конечно, такъ какъ любой кусокъ желѣза будетъ называться желѣзомъ, независимо отъ того, большой онъ или малый, теплый или холодный.

Ученикъ. Тогда значитъ, и бумага вещество, потому что книга сдѣлана изъ бумаги, и кафели вещество, потому что печь сдѣлана изъ кафелей.

Учитель. Первый примѣръ правиленъ, послѣдній нѣтъ. Развѣ кафель, разбитый на части и истолченный, остается кафелемъ? Нѣтъ: названіе кафеля относится къ предмету, который имѣетъ опредѣленную форму, и если его разбить, то онъ, потерявъ свою форму, перестанетъ быть кафелемъ, слѣдовательно, онъ не можетъ быть веществомъ. А изъ чего дѣлаютъ кафели?

Ученикъ. Изъ глины.

Учитель. А глина вещество?

Ученикъ. Да... Нѣтъ... Да, потому что, когда я истолку глину, она все же остается глиной.

Учитель. Совершенно вѣрно; такимъ путемъ ты пока можешь помочь себѣ, когда ты сомнѣваешься. Сначала ты спрашиваешь, изъ чего состоитъ предметъ, а получивши отвѣтъ, ты спрашиваешь далѣе, изъ чего состоятъ его части, и когда ты больше не можешь спросить, изъ чего состоятъ части, ты спрашиваешь, останутся ли эти части неизмѣнными, если ты ихъ раздробишь, и если тогда ты можешь сказать да, значитъ, то, что ты раздробилъ, есть вещество.

Ученикъ. Тогда, значитъ, есть очень много веществъ!

Учитель. Конечно есть еще очень много веществъ, названій которыхъ ты и не знаешь, и всѣ эти вещества относятся къ химіи.

Ученикъ. Ахъ, въ такомъ случаѣ я никогда не смогу выучить химію; лучше мнѣ вовсе и не начинать!

Учитель. Знакомъ ли тебѣ городской лѣсъ?

Ученикъ. Да, очень хорошо. Ты можешь меня поставить въ немъ, гдѣ угодно, и я всегда узнаю, гдѣ я нахожусь.

Учитель. Но вѣдь ты не знаешь тамъ каждаго дерева въ отдѣльности. Какъ же ты сможешь узнать, гдѣ находишься, и выйти изъ лѣса!

Ученикъ. Я знаю дороги въ немъ.

Учитель. Вотъ видишь, тоже самое и въ химіи. Мы не будемъ изучать въ отдѣльности всѣхъ веществъ, какія только существуютъ, но мы изучимъ всѣ тѣ дороги, которыя раздѣляютъ безчисленныя вещества на группы, и по которымъ можно легко переходить отъ одной группы къ другой. Когда ты узнаешь главныя дороги, то и въ химіи ты не собьешься съ пути. Впослѣдствіи ты можешь оставить главныя дороги и изучить подробнѣе отдѣльныя группы. Тогда ты увидишь, что изучать химію также весело, какъ и гулять въ лѣсу.

2. Свойства.

Учитель. Разскажи, что ты узналъ въ прошлый разъ.

Ученикъ. Химія это ученія о веществахъ, а вещество это все то, изъ чего состоитъ какой либо предметъ.

Учитель. Первое правильно, а второе не совсѣмъ. Музыкальная пьеса состоитъ вѣдь изъ тоновъ; значитъ тоны—вещества?

Ученикъ. Вѣдь можно тоны назвать веществомъ, изъ котораго состоитъ музыка?

Учитель. Конечно это можно допустить въ образной рѣчи, но на языкѣ науки подъ веществомъ разумѣется предметъ, имѣющій вѣсъ.

Ученикъ. Какое же имѣютъ право такъ ограничивать значеніе какого-нибудь названія.

Учитель. Право необходимости. Въ обыденной жизни, какъ это видно на твоемъ примѣрѣ, не стараются точно опредѣлить значеніе слова. Въ наукѣ мы себѣ ставимъ задачей давать по возможности болѣе точныя обозначенія, и поэтому мы обиходнымъ словамъ придаемъ точное и ограниченное значеніе. Оно должно близко подходить къ обиходному значенію и въ главныхъ чертахъ совпадать съ нимъ; но границы его употребленія и значенія гораздо рѣзче очерчены. Большею частію то, что носитъ названіе вещества въ обыденной жизни, называется также веществомъ и въ химіи, но не называютъ веществомъ ничего того, что не имѣетъ вѣса или что невѣсомо. Исправь теперь вторую часть своего положенія: вещество это все то...

Ученикъ. Вещество это все то, изъ чего состоитъ какой нибудь вѣсомый предметъ. Такъ, но я все таки еще не знаю, что такое собственно вещество.

Учитель. Какъ такъ?

Ученикъ. Я теперь могу сказать, что я долженъ называть веществомъ, вотъ и все, но изъ этого я еще не узналъ больше того, что я зналъ раньше. Я не знаю ничего о сущности веществъ.

Учитель. Откуда же ты могъ это узнать? Когда мы устанавливаемъ значеніе какого-либо слова для какой-либо науки (или опредѣляемъ слово), то этимъ мы только ограничиваемъ употребленіе этого слова опредѣленной областью. Представь себѣ, что мы точно опредѣлили границу нашего лѣса. Развѣ, благодаря этому, мы его изучили? Но по мѣрѣ того, какъ ты будешь изучать свойства различныхъ веществъ, ты будешь этимъ самымъ изучать и ихъ сущность, и здѣсь тебѣ предстоитъ еще довольно работы!

Ученикъ. Но если я изучу всѣ свойства какого-либо вещества, я все таки буду знать, -какъ бы это сказать,--только его внѣшность, въ его внутреннюю сущность я такимъ образомъ не смогу проникнуть.

Учитель. Помнишь ли ты, что существуютъ различныя свойства? Какія это?

Ученикъ. Ты хочешь напомнить то, о чемъ мы вчера говорили. Есть свойства измѣняемыя и неизмѣняемыя.

Учитель. Какія же служатъ для распознаванія веществъ?

Ученикъ. Неизмѣняемыя.

Учитель. Вотъ тебѣ то, что ты ищешь. Неизмѣняемыя свойства не могутъ быть отняты у вещества; если ихъ нѣтъ, то нѣтъ и вещества. Эти свойства и представляютъ собою сущность вещества.

Ученикъ. Однако, это только его свойства. Я же говорю о томъ, что лежитъ въ основанiи всѣхъ свойствъ.

Учитель. То, о чемъ ты говоришь должно, разумѣется, получиться тогда, если отнять всѣ свойства какого-либо вещества. Представь себѣ кусокъ сахару, у котораго отняты всѣ его свойства, какъ цвѣтъ, форма, твердость, вѣсъ, вкусъ; что тогда останется?

Ученикъ. Я не знаю.

Учитель. Ничего не останется. Только благодаря свойствамъ я узнаю, что нѣчто существуетъ; нѣтъ свойствъ, значитъ нѣтъ ничего, о чемъ я могъ бы говорить. Ты долженъ слѣдовательно освободиться отъ представленiя, что кромѣ свойствъ предметовъ или веществъ существуетъ въ нихъ еще нѣчто такое, что имѣетъ большее значенiе и болѣе дѣйствительно, чѣмъ эти свойства. Такъ думали раньше, когда успѣхи науки были незначительны; остатки этого представленiя мы встрѣчаемъ еще въ разговорной рѣчи. Но разъ мы сознали нашу ошибку, мы можемъ ее избѣгнуть и должны стараться не употреблять словъ, напоминающихъ намъ это ошибочное мнѣнiе.

Ученикъ. Я вижу, что ты правъ, но я боюсь, что мнѣ трудно будетъ отвыкнуть отъ этого.

Учитель. Когда ты лучше и больше ознакомишься съ химiей, ты самъ убѣдишься, что рѣчь всегда идетъ о свойствахъ, и никогда о сущности веществъ и тогда ты постепенно забудешь о своемъ заблужденiи. Хорошо уже и то, что ты понялъ теперь, что все основано на знанiи и опредѣленiи свойствъ. Назови мнѣ нѣкоторыя свойства, по которымъ ты можешь узнать какое-либо вещество. Напримѣръ, какъ ты различаешь золото отъ серебра и отъ мѣди?

Ученикъ. По цвѣту. Серебро бѣлаго цвѣта, золото желтаго, а мѣдь краснаго.

Учитель. Принадлежитъ ли цвѣтъ къ измѣняемымъ или неизмѣняемымъ свойствамъ веществъ?

Ученикъ. Чаще всего, я думаю, къ измѣняемымъ.

Учитель. Почему ты говоришь такъ неопредѣленно?

Ученикъ. Я не вполнѣ увѣренъ въ томъ, что я говорю; о золотѣ и серебрѣ, можно прямо сказать, что ихъ цвѣта неизмѣняемы; но старая мѣдь вовсе не краснаго цвѣта она бываетъ темной, а иногда даже зеленой.

Учитель. Разсматривалъ-ли ты когда нибудь внимательно кусокъ старой позеленѣвшей мѣди? Развѣ такая мѣдь бываетъ вся цѣликомъ зеленой.

Ученикъ. Конечно, нѣтъ; можно соскоблить зелень, и подъ ней опять будетъ красная мѣдь.

Учитель. Совершенно вѣрно. Эта зелень и не похожа на мѣдь, она не тягуча какъ металлъ, но разсыпчата какъ земля. Все дѣло объясняется тѣмъ, что на мѣди образовалось новое вещество. Это вещество зеленаго цвѣта закрываетъ красную мѣдь подобно тому, какъ бѣлая краска покрываетъ желтое дерево стекольныхъ рамъ.

Ученикъ. Какъ образуется зелень на мѣди?

Учитель. Она образуется изъ мѣди. Какимъ образомъ это происходитъ ты узнаешь позднѣе. Теперь мы вернемся еще къ вопросу о цвѣтѣ. Итакъ мы должны разсматривать цвѣтъ, какъ неизмѣняемое свойство, по которому можно распознать вещество. Но мы должны остерегаться, чтобы не принять цвѣтъ поверхности какого-нибудь предмета за цвѣтъ самаго вещества, изъ котораго состоитъ предметъ. Скорѣе всего можно узнать цвѣтъ вещества, изъ котораго состоитъ какой-нибудь предметъ, если этотъ предметъ разбить на мелкіе куски. Мы это сейчасъ попробуемъ. Посмотри, что у меня здѣсь. Это—синее вещество, которое называется мѣднымъ купоросомъ.

Ученикъ. Пожалуйста, не разбивай его, онъ почти также красивъ, какъ отшлифованный драгоцѣнный камень.

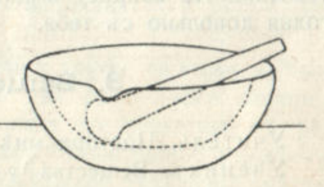
Учитель. Такія образованія называются кристаллами; они не приготовляются посредствомъ шлифовки, но образуются сами собой безъ нашей помощи.

Ученикъ. Могу я это видѣть?

Учитель. Ты скоро узнаешь, какъ образуются подобные кристаллы. У меня много этихъ кристалловъ, и мы можемъ пожертвовать однимъ кускомъ, разъ онъ можетъ насъ кой-чему научить. Вотъ я его разбилъ; посмотри теперь, синяго-ли цвѣта это вещество?

Ученикъ. Да, потому что этотъ кусокъ внутри такого же синяго цвѣта, какъ и снаружи.

Учитель. Теперь мы его раздробимъ пестикомъ въ этой фарфоровой чашкѣ (фиг. 1), которая называется ступкой, на еще болѣе мелкіе кусочки.



Рис. 1.

Ученикъ. Къ чему тебѣ напрасно трудиться; мы знаемъ уже, что будетъ.

Учитель. Будь только внимателенъ; дѣлая какое нибудь заключеніе, нужно какъ слѣдуетъ его провѣрить, иначе нельзя знать,

не проглядѣли ли мы или не забыли ли мы чего нибудь, дѣлая этотъ выводъ. Что ты видишь?

Ученикъ. Кусокъ этотъ внутри не такой синій, какъ снаружи, и эти кусочки все становятся свѣтлѣе и свѣтлѣе, а теперь этотъ порошокъ совсѣмъ блѣдно-голубой, почти бѣлый. этого я не могу понять; вѣдь большіе куски были прежде темно-синяго цвѣта. Можетъ быть здѣсь прибавилось что-нибудь отъ ступки?

Учитель. Нѣтъ, фарфоръ очень крѣпокъ и при толченіи ничего отъ него не могло отломиться. Посмотри на этотъ кусокъ синяго стекла. Видишь, въ этомъ мѣстѣ онъ еще темнѣе, чѣмъ кусокъ мѣднаго купороса, а здѣсь вотъ онъ почти безцвѣтенъ, тѣмъ не менѣе и тутъ и тамъ мы имѣемъ дѣло съ тѣмъ же самымъ синимъ стекломъ.

Ученикъ. Ну, это очень просто. Стекло въ одномъ мѣстѣ гораздо толще, чѣмъ въ другомъ. Теперь-то я понялъ: маленькіе куски мѣднаго купороса такъ же свѣтлы, какъ тонкое стекло, а большіе куски такъ же темны, какъ толстое стекло.

Учитель. Совершенно вѣрно. Если свѣтъ проникаетъ въ кусокъ синяго вещества, то онъ много разъ отражается внутри куска, прежде, чѣмъ выйти наружу. Причемъ свѣтъ становится тѣмъ болѣе синимъ, чѣмъ длиннѣе пройденный имъ путь. Поэтому большіе и болѣе толстые куски вещества всегда темнѣе небольшихъ кусковъ. Точно также большія сплошныя массы морской воды имѣютъ темно-синій или темно-зеленый цвѣтъ, а болѣе тонкій слой воды кажется совершенно безцвѣтнымъ. Слѣдовательно, когда говорятъ о цвѣтѣ вещества, нужно при этомъ упомянуть, говорятъ ли о порошкѣ или о большихъ кускахъ вещества. Въ химіи большей частью подъ цвѣтомъ вещества разумѣется тотъ цвѣтъ, который свойственъ веществу въ томъ видѣ, въ какомъ оно получается при искусственномъ приготовленіи. По вопросу о цвѣтѣ можно еще много сказать, но на сегодня довольно съ тебя.

3. Вещества и смѣси.

Учитель. Повтори мнѣ вчерашній урокъ.

Ученикъ. Вещества узнаютъ по ихъ свойствамъ. Одно изъ такихъ свойствъ есть цвѣтъ; но этотъ цвѣтъ бываетъ различенъ, смотря по тому, будетъ ли у насъ вещество въ большихъ или малыхъ кускахъ.

Учитель. Вѣрно. Знаешь ли ты этотъ камень? Онъ называется гранитомъ. Какого онъ цвѣта?

Ученикъ. Сѣраго... и красноватаго... и чернаго.

Учитель. Почему ты называешь различные цвѣта?

Ученикъ. Въ камнѣ этомъ находятся разныя части—сѣрыя, красныя и черныя; такъ что нельзя сказать, какого онъ цвѣта.

Учитель. Вещество ли гранитъ?

Ученикъ. Конечно, потому что изъ гранита выдѣлываютъ всякую всячину, напр., мостовыя на улицахъ. И потомъ, маленькій кусокъ гранита, тоже гранитъ.

Учитель. Посмотримъ, такъ ли это. Представь себѣ, что гранитъ разбитъ на маленькіе кусочки такимъ образомъ, что каждый кусочекъ состоитъ только изъ сѣраго или краснаго или чернаго вещества. Сложимъ теперь всѣ сѣрые кусочки въ отдѣльную кучку, и сдѣлаемъ то же самое съ кусочками красными и кусочками черными. Мы получимъ три кучки. Назовешь ли ты каждую изъ нихъ гранитомъ, или назовешь такъ одну изъ нихъ и какую?

Ученикъ. Можетъ быть красную?.. Нѣтъ, это не такъ; когда всѣ кучки будутъ собраны вмѣстѣ, тогда только это будетъ гранитъ.

Учитель. Совершенно вѣрно. Можешь ли ты продѣлать то же самое съ кускомъ сахара, и сколько ты получишь тогда различныхъ кучекъ?

Ученикъ. Нѣтъ, не могу. Сахаръ всегда останется сахаромъ.

Учитель. Вѣрно. Обрати вниманіе на это важное различіе. Такія вещества, какъ гранитъ, разбивъ которыя можно получить различныя куски, называются **смѣсями**. Такія же вещества, какъ напр., сахаръ, съ которыми этого продѣлать нельзя называются **однородными** или иначе еще **гомогенными** веществами. Въ химіи мы изучаемъ лишь однородныя или гомогенныя вещества.

Ученикъ. Почему только эти?

Учитель. Если бы мы еще изучали и другія, то этому не было бы конца. Предположи, что ты имѣешь два различныхъ однородныхъ вещества, тогда ты можешь, смѣшивая эти вещества въ различныхъ отношеніяхъ, получить изъ нихъ безчисленное множество смѣсей. Если бы намъ пришлось заниматься каждой отдѣльной смѣсью, мы бы никогда не закончили.

Ученикъ. Но вѣдь нельзя же ихъ просто оставить безъ вниманія.

Учитель. Конечно, ты совершенно правъ. Но намъ нѣтъ нужды знать каждую смѣсь отдѣльно, и вотъ почему. Когда мы смѣшиваемъ два однородныхъ вещества, то свойства полученной смѣси мы можемъ опредѣлить заранѣе, слагая свойства отдѣльныхъ веществъ, сообразно тѣмъ отношеніямъ, въ которыхъ вещества смѣшаны. Напр., цвѣтъ смѣси опредѣляется цвѣтомъ взятыхъ для смѣси веществъ. Смѣшеніе красокъ въ живописи основывается на этомъ правилѣ. Вотъ почему намъ незачѣмъ изслѣдовать отдѣльно свойства смѣсей.

Ученикъ. Объясни, прошу тебя, это подробнѣе.

Учитель. Если купецъ записалъ, что одинъ фунтъ товара стоитъ столько-то денегъ, то ему нѣтъ нужды записывать, сколько стоитъ $^1/_2$ фунта, или 10 фунтовъ, или 67 фунтовъ, такъ какъ это легко высчитать. Такимъ же точно образомъ можно вычислить свойства различныхъ смѣсей изъ свойствъ составныхъ частей, не изслѣдуя отдѣльно каждой смѣси. Все, что мы желали бы узнать о смѣси, легко вычисленіемъ вывести изъ того, что мы знаемъ о составныхъ частяхъ, т. е. изъ свойствъ составныхъ частей, поэтому, зная свойства составныхъ частей, мы уже тѣмъ самымъ знаемъ о смѣсяхъ все то, что о нихъ можно знать. Напр., нѣмецкая серебряная монета состоитъ изъ девяти десятыхъ частей серебра и одной десятой части мѣди; поэтому цѣна фунта такой монеты слагается изъ $^9/_{10}$ цѣны фунта серебра и $^1/_{10}$ цѣны фунта мѣди.

Ученикъ. Это я понимаю. Но я все таки не всегда могу узнать, имѣю ли я дѣло со смѣсью. Когда я смѣшиваю синюю и желтую краски, я получаю зеленую, а не смѣсь синей и желтой.

Учитель. Это объясняется только тѣмъ, что крупинки красокъ слишкомъ мелки, для того чтобы ты могъ различить ихъ. Но если ты разсмотришь смѣсь подъ микроскопомъ ты увидишь синія крупинки рядомъ съ желтыми. Вѣдь если положишь синее стекло на желтое или наоборотъ, то получается также зеленый цвѣтъ. Такимъ образомъ, и въ смѣшанныхъ краскахъ когда свѣтъ отъ желтыхъ крупинокъ проходитъ сквозь синія крупинки или наоборотъ, онъ становится зеленымъ.

Ученикъ. Но если оба вещества бѣлаго цвѣта, то и подъ микроскопомъ я ихъ не отличу другъ отъ друга, и я не узнаю, смѣсь ли у меня или нѣтъ.

Учитель. Когда я смѣшаю ложку сахару съ ложкой бѣлаго песку, то конечно по внѣшнему виду я не узнаю, что смѣсь состоитъ изъ двухъ веществъ. Ну, а скажи-ка, что дѣлается съ сахаромъ, когда я всыпаю его въ воду?

Ученикъ. Онъ расплывается, а вода потомъ становится совершенно прозрачной и сладкой.

Учитель. А что будетъ, если всыпать въ воду песокъ?

Ученикъ. Онъ сдѣлаетъ воду мутной.

Учитель. И не сдѣлаетъ ее сладкой. Если теперь я всыплю смѣсь песку и сахару въ воду, то она сдѣлаетъ воду мутной, какъ это дѣлаетъ песокъ, и сладкой, какъ это дѣлаетъ сахаръ. Значитъ, я могу различить эти оба вещества, когда они смѣшаны другъ съ другомъ.

Ученикъ. Да, это такъ.

Учитель. Почему же это такъ? Я скажу тебѣ это. Цвѣтъ не единственное свойство, которымъ обладаютъ вещества и по которому ихъ можно узнать и другъ отъ друга отличить. Отношеніе къ водѣ естъ также особое свойство, и оно различно для сахара и песка, тогда какъ цвѣтъ этихъ обоихъ веществъ одинаковъ, слѣдовательно, для того чтобы можно было отличить другъ отъ друга два или нѣсколько такихъ веществъ, у которыхъ нѣкоторыя свойства одинаковы, нужно знать не одно, или два ихъ свойства, а многія. Вотъ почему химія изслѣдуетъ и описываетъ много различныхъ свойствъ веществъ. Теперь еще одинъ вопросъ. Въ случаѣ съ гранитомъ легко себѣ представить, что можно отдѣлить другъ отъ друга составныя его части, такъ какъ онѣ разнаго цвѣта. Полагаешь ли ты, что мы какимъ нибудь путемъ можемъ также раздѣлить смѣсь, состоящую изъ сахару и песку?

Ученикъ. Это должно быть возможно, но я не знаю какъ.

Учитель. Взгляни на стаканъ, въ которомъ я размѣшалъ смѣсь съ водою. Песокъ осѣлъ на дно, а сахаръ растворился въ водѣ.

Ученикъ. Да, теперь я догадываюсь: стоитъ слить только воду, тогда песокъ останется въ стаканѣ.

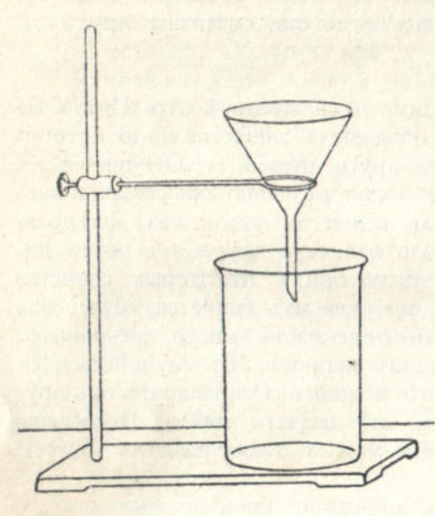
Учитель. Отдѣлимъ ли мы такимъ образомъ вполнѣ сахаръ отъ песку?

Ученикъ. Нѣтъ; всю воду нельзя слить; песокъ останется мокрымъ и въ этомъ остаткѣ воды будетъ немного сахару.

Учитель. Посмотри же какъ это однако можно сдѣлать. Здѣсь я имѣю круглый кусокъ бумаги, которую называютъ фильтровальной бумагой. Она похожа на промокательную бумагу, потому что она впитываетъ воду, но она состоитъ изъ болѣе чистаго и болѣе прочнаго вещества. Я сгибаю бумагу два раза на крестъ и затѣмъ расправляю ее такъ, чтобы получилась бумажная воронка, которая имѣетъ на одной сторонѣ одинъ слой, а на другой сторонѣ три слоя бумаги.

Такую бумажную воронку мы называемъ **фильтромъ**. Я вкладываю мой фильтръ въ стеклянную воронку и смачиваю его водой. Теперь я прижимаю бумагу къ стѣнкамъ воронки такъ, чтобы она вездѣ плотно прилегала къ ней, затѣмъ я вставляю воронку въ подставку, а подъ ней ставлю стаканъ (фиг. 2).

Рис. 2.



Ученикъ. Для чего все это?

Учитель. Для того, чтобы вполнѣ отдѣлить сахаръ отъ песку. Если я вылью смѣсь песку и сахарной воды на фильтръ, то вода пройдетъ черезъ фильтръ въ стаканъ, а песокъ останется на фильтрѣ.

Ученикъ. Но вѣдь песокъ все таки еще мокрый, и значить, немного сахару все же останется на фильтрѣ.

Учитель. Этотъ остатокъ мы тоже переведемъ сейчасъ въ стаканъ. Для этого мнѣ нужно лишь налить немного чистой воды на фильтръ; вода стечетъ въ стаканъ и унесетъ съ собой сахаръ. Чтобы перенести на фильтръ послѣдніе слѣды песку, оставшіеся въ стаканѣ, я смываю ихъ на фильтръ чистой водой. Но такъ какъ сразу не удается увлечь весь песокъ, то я ожидаю, пока вода стечетъ съ фильтра, и повторяю смываніе нѣсколько разъ. Теперь цѣль достигнута; если теперь фильтръ съ пескомъ будетъ высушенъ, мы получимъ песокъ безъ малѣйшей примѣси сахара.

Ученикъ. А какъ же мы получимъ теперь сахаръ?

Учитель. Его мы получимъ завтра. Для этого я процѣженную воду сливаю въ плоскую фарфоровую чашку или въ тарелку и ставлю ее на теплую печь.

Ученикъ. Для чего?

Учитель. Что дѣлается съ водой, когда мы ставимъ ее на теплую печь?

Ученикъ. Она высыхаетъ.

Учитель. Да, она испаряется; она обращается въ водяной паръ, который уходитъ въ воздухъ, а въ чашкѣ ничего не остается. Происходитъ ли тоже самое съ сахаромъ? Становится ли его меньше, когда онъ лежитъ на теплой печкѣ?

Ученикъ. Нѣтъ, онъ остается тамъ до тѣхъ поръ, пока его кто-нибудь не съѣстъ.

Учитель. Вѣрно. Если я теперь поставлю нашу воду, содержащую сахаръ, въ теплое мѣсто, то вода будетъ испаряться, и когда вся вода испарится, то въ чашкѣ останется одинъ только сахаръ. Такимъ образомъ мы вполнѣ раздѣлимъ нашу смѣсь на сахаръ и песокъ.

Ученикъ. Я бы очень хотѣлъ знать, какой видъ будетъ имѣть сахаръ завтра! Теперь его совсѣмъ не видно, такъ какъ вода совершенно прозрачна, а завтра мы опять должны его увидѣть!

4. Растворы.

Ученикъ. Есть тамъ сахаръ?

Учитель. Вотъ чашка; взгляни!

Ученикъ. Въ самомъ дѣлѣ, я вижу бѣлую массу, которая похожа на сахаръ. Но здѣсь есть еще что то жидкое.

Учитель. Это остатокъ воды, который еще смѣшанъ съ сахаромъ и который очень медленно уходитъ. Въ немъ растворено очень много сахару, поэтому жидкость стала гораздо менѣе подвижной, чѣмъ чистая вода, и вода изъ этой жидкости испаряется тоже медленнѣе.

Ученикъ. Но этотъ сахаръ не похожъ на порошокъ, какой мы взяли.

Учитель. Нѣтъ, онъ получился въ видѣ кристалловъ. Кристаллы эти въ чашкѣ невелики и невполнѣ отчетливы. Но вотъ у меня другой сахаръ. Узнаешь ты его?

Ученикъ. Да, это леденецъ.

Учитель. Вѣрно, этотъ леденецъ получается изъ обыкновеннаго сахара, если послѣднiй растворить въ теплой водѣ и затѣмъ предоставить ему медленно выпадать изъ раствора или какъ говорятъ, выкристаллизовываться. Если брать большiя количества сахару и если кристаллизацiя происходитъ достаточно медленно, то получаются большiе, красивые кристаллы. Разсмотри внимательно леденецъ; каждый кусокъ представляетъ собой кристалъ.

Ученикъ. Да, я замѣчаю, въ немъ вездѣ гладкія, ровныя площадки; но развѣ обыкновенный сахаръ не состоитъ изъ кристаловъ?

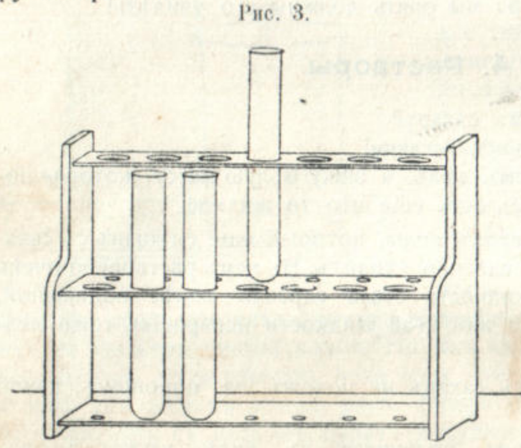
Учитель. Да, но кристаллы эти значительно меньше. Вотъ у тебя увеличительное стекло или лупа; разсмотри въ ней сахаръ изъ сахарницы.

Ученикъ. Онъ похожъ на леденецъ!

Учитель. Головной сахаръ также состоитъ изъ кристалловъ; но послѣдніе вростаютъ другъ въ друга, такъ что ихъ трудно ясно различить. Весь этотъ сахаръ выдѣлился изъ растворовъ, поэтому онъ всегда кристаллическій, т. е. онъ состоитъ изъ болѣе или менѣе ясно развитыхъ кристалловъ.

Ученикъ. Всегда ли получаются кристаллы, если дать раствору испаряться?

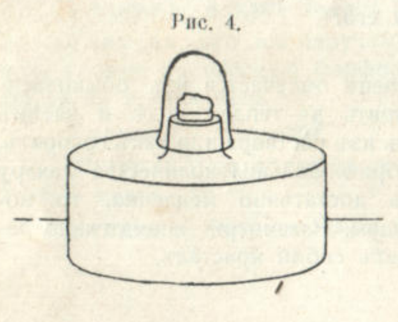
Рис. 3.



Учитель. Въ большинствѣ случаевъ. Но для полученія кристалловъ не всегда нужно испарять растворъ; имѣются для этого и другія средства. Одно изъ нихъ я сейчасъ покажу тебѣ. Въ этомъ стеклянномъ сосудѣ у меня мѣдный купоросъ (фиг. 3); если я небольшую часть его взболтаю съ водой, она растворится и окраситъ воду въ синій цвѣтъ.

Ученикъ. Почему ты дѣлаешь это въ стекляной трубочкѣ?

Рис. 4.



Учитель. Сейчасъ увидишь почему. Химикъ употребляетъ такія трубочки при всѣхъ тѣхъ опытахъ, при которыхъ онъ имѣетъ дѣло съ небольшими количествами веществъ; поэтому онѣ и называются пробирными трубочками или пробирками. Теперь я зажигаю мою спиртовую лампу (фиг. 4) и нагрѣваю воду съ мѣднымъ купоросомъ.

Ученикъ. Будь остороженъ, стекло лопнетъ! Удивительно, оно не лопается.

Учитель. Такія трубочки не лопаются, если съ ними осторожно обращаться. Присмотрись къ тому, что происходитъ въ трубочкѣ; сначала въ водѣ были кусочки мѣднаго купороса, теперь онъ исчезаетъ, и растворъ становится темно-синимъ. Я могу теперь еще прибавить мѣднаго купороса, который въ свою очередь растворится. Если я буду все больше и больше прибавлять купороса, то въ концѣ концовъ часть купороса останется нерастворенной, хотя бы я даже вскипятилъ жидкость. Я прибавляю теперь еще немного воды и опять нагрѣваю, тогда все растворяется. Оставимъ теперь прозрачную жидкость немного постоять.

Ученикъ. Но почему же не лопнула пробирка? Вѣдь стекло лопается, если его нагрѣвать.

Учитель. Не всегда. Ты вѣдь знаешь, что стекло получается путемъ плавленія. При этомъ стекло должно было быть очень сильно нагрѣтымъ; каждый кусокъ стекла или каждый стеклянный сосудъ былъ слѣдовательно горячимъ и однако онъ не лопнулъ.

Ученикъ. Да, но мать недавно опять бранила меня за то, что я налилъ въ стаканъ горячаго чая, и стаканъ отъ этого лопнулъ.

Учитель. Здѣсь противорѣчіе, изъ котораго мы должны выпутаться. Когда стекло вообще лопается?

Ученикъ. Когда мы ударяемъ по немъ, или ломаемъ его.

Учитель. Да, т. е. когда мы хотимъ сообщить стеклу другую форму и для этого надавливаемъ на разныя части его не съ одинаковой силой. Какъ ты думаешь, можетъ ли теплота также оказывать вліяніе на форму стекла?

Ученикъ. Да, отъ теплоты всѣ тѣла расширяются.

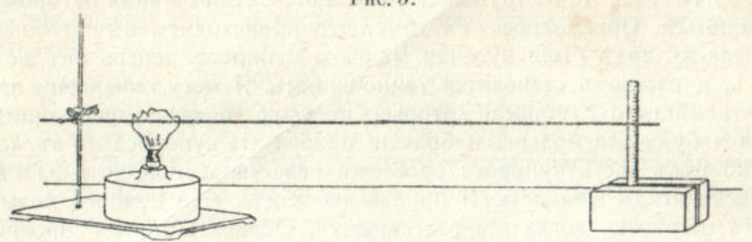
Учитель. Вѣрно, горячее стекло становится немного больше холоднаго. Видѣлъ ли ты это когда либо?

Ученикъ. Нѣтъ, увеличеніе такъ мало, что его нельзя замѣтить.

Учитель. Я покажу тебѣ это. Вотъ здѣсь у меня длинная стеклянная трубка. Одинъ конецъ ея я вставляю въ зажимъ такъ, чтобы она держалась горизонтально, у другого конца я ставлю линейку съ дѣленіями. Замѣть дѣленіе, противъ котораго приходится этотъ конецъ. Для того чтобы ты лучше могъ видѣть, я, при помощи воска, прикрѣпляю въ концѣ черную иглу. Теперь я подъ трубкой помѣщаю лампу и нагрѣваю ее (фиг. 5). Что ты видишь?

Ученикъ. Конецъ трубки поднимается сначала вверхъ, и потомъ медленно опускается внизъ. Удивительно!


Рис. 5.



Учитель. Почему это удивляетъ тебя?

Ученикъ. Я полагалъ, что игла должна выдвинуться впередъ. Такъ какъ теплота расширяетъ стеклянную трубку, то она должна сдѣлаться длинѣе.

Учитель. Вмѣсто этого трубка изгибается, и изгибается именно вверхъ. Сейчасъ я объясню тебѣ это.

Ученикъ. Позволь, я и самъ знаю. Трубка, снизу, гдѣ она согрѣвается огнемъ, стала болѣе горячей, чѣмъ сверху; поэтому она внизу расширилась болѣе, чѣмъ вверху, и отъ этого изогнулась вверхъ.

Учитель. Вѣрно, но затѣмъ трубка согрѣлась также вверху, и выпрямилась. И такъ, стекло немного гибко; если же я буду изгибать его слишкомъ сильно...

Ученикъ. Оно сломается.

Учитель. Теперь ты можешь сообразить, въ какихъ случаяхъ стекло при нагрѣванiи лопается. Если стекло нагрѣвается неравномѣрно, оно изгибается и, при слишкомъ сильномъ нагрѣванiи, лопается. Но этого не происходитъ, если стекло нагрѣвается равномѣрно. Горячiй чай нагрѣлъ стаканъ извнутри, снаружи же стаканъ оставался еще холоднымъ, вслѣдствiе чего онъ и лопнулъ.

Ученикъ. Однако твоя пробирка была холодна внутри, когда ты внесъ ее въ огонь и нагрѣлъ снаружи; почему же она не лопнула?

Учитель. Потому что она сдѣлана изъ очень тонкаго стекла и теплота быстро распространилась по всему стеклу. Тонкое стекло можно и сгибать гораздо сильнѣе, чѣмъ толстое, прежде чѣмъ оно лопнетъ. Поэтому всякую химическую стеклянную посуду, которую нужно нагрѣвать, дѣлаютъ изъ тонкаго стекла и заботятся о томъ, чтобы она не нагрѣвалась слишкомъ быстро или въ одномъ какомъ

либо мѣстѣ, для того, чтобы теплота постепенно и равномѣрно распространялась по стеклу. Посмотримъ теперь на нашъ растворъ мѣднаго купороса, который успѣлъ уже охладиться.

Ученикъ. Въ трубочкѣ опять твердый мѣдный купоросъ!

Учитель. Я сливаю жидкость въ другую пробирку и при помощи стекляной палочки вынимаю твердыя частицы. Для того чтобы онѣ высохли, я кладу ихъ на фильтровальную бумагу, которая впитываетъ влагу. Разсмотри ихъ внимательно, что ты видишь?

Ученикъ. Это опять кристаллы!

Учитель. Конечно. Эти кристаллы получились не отъ того, что жидкость испарилась, а отъ того, что она охладилась.

Ученикъ. Пожалуйста, объясни мнѣ это.

Учитель. Если ты берешь опредѣленное количество воды и начинаешь растворять въ ней мѣдный купоросъ, то можешь ли ты растворить какое угодно количество его?

Ученикъ. Нѣтъ, онъ перестаетъ потомъ растворяться.

Учитель. Правильно; данное количество воды можетъ растворить только опредѣленное количество какого-либо вещества. Такой растворъ называется „**насыщеннымъ**"—

Ученикъ. Потому что онъ не можетъ больше ѣсть!

Учитель. Но если такой растворъ нагрѣвать?

Ученикъ. Онъ становится опять голоднымъ.

Учитель. Да, тогда онъ можетъ растворить еще нѣкоторое количество вещества. Но если затѣмъ его опять охладить, онъ не въ состоянiи удержать въ себѣ то же количество, что и горячiй растворъ, и излишекъ вещества выдѣляется въ твердомъ видѣ, въ формѣ кристалловъ.

Ученикъ. Это собственно похоже на то, что бываетъ при испаренiи. Тамъ уходила вода и отъ этого вещество не могло больше оставаться въ растворѣ.

Учитель. Вѣрно; всякiй разъ, когда имѣется болѣе вещества, чѣмъ нужно для насыщеннаго раствора, оно выдѣляется въ твердомъ видѣ. Позже мы познакомимся еще съ однимъ условiемъ, которое при этомъ должно быть выполнено.—однако, я еще не спрашивалъ тебя о томъ, что ты узналъ вчера?

Ученикъ. Вчера мы говорили о смѣсяхъ и однородныхъ веществахъ. Смѣси состоятъ изъ различныхъ веществъ.

Учитель. А какъ мы можемъ распознавать и раздѣлять ихъ на составныя части?



Ученикъ. Потому что составныя части имѣютъ различныя свойства. Напр., мы можемъ отбирая отдѣлить одну составную часть отъ другихъ, если онѣ различнаго цвѣта; можемъ одну часть растворить въ водѣ, а другія останутся нерастворенными.

Учитель. Такъ,—конечно если другія части не растворяются въ водѣ. А образующіеся при этомъ растворы представляютъ собой смѣси или однородныя вещества?

Ученикъ. Смѣси.

Учитель. Почему?

Ученикъ. Потому что ихъ можно составить изъ различныхъ веществъ и опять разложить на составныя части.

Учитель. До нѣкоторой степени это вѣрно; но развѣ растворы имѣютъ, подобно другимъ смѣсямъ, такія свойства, которыя слагаются изъ свойствъ составныхъ частей?

Ученикъ. Да; растворъ мѣднаго купороса синяго цвѣта, какъ и самъ мѣдный купоросъ, и растворъ сахара также сладокъ, какъ самъ сахаръ.

Учитель. Но мѣдный купоросъ и сахаръ твердыя тѣла, а ихъ растворы жидки, какъ вода. Если ты смѣшаешь съ водой какое-нибудь другое твердое тѣло, какъ, напримѣръ, песокъ, ты получишь кашу, а не растворъ.

Ученикъ. Да, это разница. Но можетъ быть сахаръ распадается на такія маленькія частички, что ихъ нельзя ни видѣть, ни нащупать?

Учитель. Такъ можно предполагать, но нельзя этого доказать. Потому что, когда мы разсматриваемъ растворъ даже подъ сильнѣйшимъ микроскопомъ, мы не видимъ все же различныхъ частицъ.

Ученикъ. Но можетъ быть частицы еще мельче?

Учитель. Объ этомъ безполезно говорить, такъ какъ нельзя рѣшить этого вопроса.

Ученикъ. Значитъ растворы имѣютъ что-то особенное, что отличаетъ ихъ отъ обыкновенныхъ смѣсей?

Учитель. Конечно; растворы—это однородныя или гомогенныя смѣси.

5. Плавленіе и затвердѣваніе.

Учитель. О чемъ мы говорили вчера?

Ученикъ. О растворахъ. Но я не все хорошо понялъ.

Учитель. Въ чемъ ты встрѣтилъ затрудненіе?

Ученикъ. Въ томъ, что изъ твердаго тѣла и жидкости получается опять жидкость.

Учитель. Подумай-ка, не получается-ли иногда жидкости изъ твердыхъ тѣлъ?

Ученикъ. О, да; когда снѣгъ или ледъ таетъ.

Учитель. Происходитъ-ли это только со льдомъ или снѣгомъ, или и другія вещества могутъ таять?

Ученикъ. Да, подъ новый годъ мы плавили олово и оно таяло.

Учитель. Нагрѣваніемъ можно, вообще говоря, расплавить твердыя вещества или обратить ихъ въ жидкости. А когда мы жидкости охлаждаемъ—

Ученикъ. Онѣ опять дѣлаются твердыми.

Учитель. Такимъ образомъ мы можемъ превратить ледъ въ воду, нагрѣвая его, и воду въ ледъ, охлаждая ее. При какой температурѣ ледъ дѣлается жидкимъ?

Рис. 6.



Ученикъ. При 0^0.

Учитель. А при какой температурѣ вода застываетъ въ ледъ?

Ученикъ. Тоже при 0^0.

Учитель. Когда мы нагрѣваемъ ледъ до 0^0, онъ тотчасъ же обращается въ жидкость?

Ученикъ. Онъ, конечно, долженъ сейчасъ же растаять.

Учитель. Ты очевидно забылъ то, что проходилъ объ этомъ на урокѣ физики. Произведемъ же сами опытъ. Здѣсь у меня термометръ (фиг. 6). Онъ состоитъ изъ узкой стеклянной трубки, оканчивающейся расширеніемъ, въ которомъ находится ртуть. Такъ какъ ртуть при нагрѣваніи расширяется гораздо сильнѣе, чѣмъ стекло, то ртуть подымается въ стеклѣ тѣмъ выше, чѣмъ выше температура. Рядъ дѣленій, равно отстоящихъ другъ отъ друга и отмѣченныхъ цыфрами, или скала позволяютъ въ любой моментъ узнать и выразить въ числахъ уровень ртути. Я погружаю расширенную часть термометра въ мелко истолченный ледъ, находящійся въ этомъ стаканѣ; по прошествіи короткаго времени ртуть останавливается противъ той черты, которая отмѣчена цыфрой 0^0.

Ученикъ. Почему ртуть останавливается какъ разъ на 0^0?

Учитель. Объ этомъ постарался механикъ, дѣлавшій термометръ. Когда онъ изготовилъ его и ему оставалось лишь установить скалу, онъ погрузилъ его въ тающій ледъ и отмѣтилъ то мѣсто, на которомъ остановилась ртуть. Затѣмъ онъ расположилъ скалу такъ, что нулевая черта ея пришлось какъ разъ противъ этого мѣста.

Ученикъ. Значитъ тамъ тепло равняется нулю.

Учитель. Нѣтъ, мы только обозначили нулемъ эту температуру. Выборъ нашъ совершенно произволенъ; ты знаешь, вѣдь, что зимой температура падаетъ далеко ниже нуля. Самая низкая температура, какой удалось достигнуть до настоящаго времени, лежитъ на 250° ниже нуля.

Ученикъ. Почему же остановились на этомъ именно выборѣ?

Учитель. Ты сейчасъ это узнаешь. Я прижимаю мои ладони къ стакану и согрѣваю его; наблюдай за термометромъ.

Ученикъ. Онъ все еще стоитъ на 0°.

Учитель. Теперь я приливаю въ стаканъ немного воды изъ бутылки, стоявшей въ комнатѣ. Какую температуру имѣетъ эта вода?

Ученикъ. Въ комнатѣ бываетъ 17°—18°. Вода должна быть почти такой же теплой.

Учитель. Взгляни на термометръ.

Ученикъ. Онъ показываетъ 5°.

Учитель. Теплая вода слѣдовательно подняла температуру. Теперь перемѣшай тщательно.

Ученикъ. Ртуть все понижается; теперь она опустилась до нуля и остановилась. Почему это? Вѣдь въ комнатѣ теплѣе и термометръ долженъ бы подняться.

Учитель. Когда у насъ есть смѣсь изъ воды и льда, то температура остается на нулѣ до тѣхъ поръ, пока имѣются эти оба вещества вмѣстѣ, т. е. до тѣхъ поръ, пока не растаетъ весь ледъ или не замерзнетъ вся вода. Когда мы нагрѣваемъ такую смѣсь, для того чтобы повысить температуру, то таетъ столько льда, что прибавленное тепло поглощается; когда же мы отнимаемъ тепло, т. е. охлаждаемъ смѣсь, то замерзаетъ столько воды, что отнятое тепло замѣняется новымъ.

Ученикъ. Развѣ когда замерзаетъ вода, то образуется тепло?

Учитель. Конечно. Когда вода превращается въ ледъ, то получается какъ разъ столько тепла, сколько его поглощается, когда ледъ превращается въ воду.

Ученикъ. Почему столько же?

Учитель. Представь себѣ, что оба количества тепла были бы неодинаковы. Предположи, что тепло, получающееся при замерзаніи, выражено числомъ 80, а тепло, которое поглощается при таяніи, выражается числомъ 60. Если мы теперь сначала заморозимъ воду а затѣмъ, дадимъ ей растаять, то она въ результатѣ окажется такой же, какой она была сначала. Но при замораживаніи воды у насъ получилось 80 единицъ тепла, а при таяніи поглотилось только 60; слѣдовательно, 20 единицъ тепла остались не употребленными. Этотъ опытъ мы можемъ повторить сколько намъ угодно разъ; каждый разъ у насъ оставалось бы не употребленнымъ 20 единицъ тепла, и дѣлая такой опытъ нѣсколько разъ, мы смогли бы получить изъ ничего какое-угодно количество тепла. Но это невозможно, слѣдовательно, при таяніи или плавленіи должно поглощаться столько же тепла, сколько его образуется при застываніи или замерзаніи.

Ученикъ. Развѣ дѣйствительно невозможно получить тепло изъ ничего? При треніи вѣдь образуется тепло.

Учитель. Но не изъ ничего. При треніи производится работа, которую также нельзя создать изъ ничего.—Однако оставимъ этотъ вопросъ, такъ какъ позже я объясню тебѣ, что обозначаетъ слово „количество" тепла и какъ это количество измѣрить. Вернемся къ нашему льду и водѣ. Ты видѣлъ, что, пока эти вещества находятся въ смѣси, термометръ всегда указываетъ одну и ту же опредѣленную температуру, которую принято разъ навсегда обозначать нулемъ. Слѣдовательно, существуетъ вполнѣ опредѣленная температура, при которой твердый ледъ переходитъ въ жидкую воду, т. е. плавится. Какъ ты думаешь, когда какое нибудь твердое тѣло плавится, то происходитъ ли это всегда при одной опредѣленной температурѣ?

Ученикъ. Должно быть такъ, потому что свинецъ напримѣръ плавится легко, а серебро трудно.

Учитель. Мы имѣемъ здѣсь общій законъ: каждое вещество плавится при одной вполнѣ опредѣленной температурѣ и при той же температурѣ застываетъ. Точка плавленія и точка застыванія или затвердѣванія какого нибудь вещества одинаковы. Это та температура, при которой твердое и жидкое вещество могутъ находиться въ смѣси другъ возлѣ друга и при которой прибавляемое или отнимаемое отъ смѣси тепло идетъ только на то, чтобы увеличить количество жидкаго вещества на счетъ твердаго, или твердаго на счетъ жидкаго. Точка плавленія является слѣдова-

тельно опредѣленнымъ свойствомъ для каждаго вещества, подобно его цвѣту или растворимости.

Ученикъ. Кто далъ этотъ законъ?

Учитель. Слово законъ не нужно понимать здѣсь въ буквальномъ смыслѣ. Было только замѣчено, что вещества всегда относятся такъ, какъ я сказалъ только что, и ихъ сравнили съ послушными учениками, которые всегда дѣлаютъ то, что имъ велятъ. Въ естественныхъ наукахъ называютъ закономъ собственно только выводъ изъ опытовъ и наблюденій надъ большимъ числомъ предметовъ и явленій.

Ученикъ. Много ли такихъ законовъ?

Учитель. Да, довольно много. Знаніе такихъ законовъ облегчаетъ намъ запоминаніе отдѣльныхъ фактовъ и пользованіе ими.

Ученикъ. Объяснись, пожалуйста, яснѣе.

Учитель. Возьмемъ для примѣра законъ, который говоритъ, что смѣсь льда и воды имѣетъ всегда опредѣленную температуру. Если въ какомъ нибудь городѣ какой нибудь механикъ, изготовляющій термометры, для установленія точки 0^0 пользовался тамошними льдомъ и водой, то онъ можетъ быть увѣренъ, что его термометръ покажетъ 0^0 въ любой точкѣ земного шара, разъ онъ будетъ погруженъ въ смѣсь льда и воды. Если бы было не такъ, онъ бы не могъ продать ни одного термометра и мы не могли бы пользоваться такимъ термометромъ для нашихъ цѣлей.

Ученикъ. Это очень славный законъ, разъ онъ такъ помогаетъ механику!

Учитель. Законъ природы не есть живое существо, которое что-либо можетъ дѣлать, или не дѣлать. Славно скорѣе то, что удалось установить, что ледъ и вода находясь вмѣстѣ, всегда показываютъ одну и ту же температуру. Благодаря этому обстоятельству механикъ въ состояніи изготовлять термометры, годные къ употребленію. Но когда на термометрахъ нанесена только нулевая точка, онъ еще не готовъ; на него должны быть нанесены еще и другія линіи.

Ученикъ. Не милиметры ли это, какъ на линейкѣ?

Учитель. Нѣтъ, вѣдь трубка термометра мѣстами можетъ быть уже, мѣстами шире, а шарикъ со ртутью бываетъ то больше, то меньше. Поэтому, когда термометры будутъ даже одинаково нагрѣты, ртуть будетъ подыматься въ нихъ на различную высоту, и слѣдовательно показанія ихъ не будутъ совпадать.

Ученикъ. Это вѣрно. Значитъ нужно всѣ термометры одинаково нагрѣть, отмѣтить мѣсто, до котораго въ каждомъ термометрѣ

поднялась ртуть, и разстояніе этого мѣста отъ нулевой точки раздѣлить въ каждомъ термометрѣ на одинаковое число частей.

Учитель. Хорошо. До какой же температуры нагрѣть ихъ.

Ученикъ. До какой-нибудь.

Учитель. Это недостаточно. Вѣдь въ такомъ случаѣ всѣ термометры, сдѣланные въ одинъ пріемъ, будутъ дѣйствительно согласоваться другъ съ другомъ, но въ другомъ мѣстѣ не будетъ извѣстно, какова была температура, при которой было нанесено верхнее дѣленіе.

Ученикъ. Не знаю, какъ здѣсь помочь.

Учитель. Мы вышли бы изъ затрудненія, если бы намъ извѣстна была какая нибудь температура, которую также легко получить, какъ температуру замерзанія льда.

Ученикъ. Ахъ, я вспомнилъ теперь; это температура кипѣнія воды.

Учитель. Конечно, это температура, при которой кипитъ вода. Но объ этомъ у насъ рѣчь будетъ завтра.

6. Испареніе и кипѣніе.

Учитель. О чемъ мы говорили вчера?

Ученикъ. Я узналъ, что ледъ при таяніи показываетъ всегда одну и ту же температуру, и что она не мѣняется отъ того, имѣется ли много или мало воды или льда.

Учитель. А что бываетъ при замерзаніи воды?

Ученикъ. Термометръ показываетъ ту же самую температуру. А что же будетъ если вся вода замерзнетъ?

Учитель. Тогда мы будемъ имѣть одинъ только ледъ, который можемъ охлаждать, сколько хотимъ. То же самое будетъ, если мы расплавимъ ледъ; когда весь ледъ станетъ жидкимъ....

Ученикъ. У насъ будетъ одна только вода, которую мы можемъ нагрѣвать, сколько хотимъ.

Учитель. Твое заключеніе, пожалуй, правильно на первый взглядъ, но оно слишкомъ поспѣшно, такъ какъ оно непримѣнимо во всѣхъ случаяхъ. Впрочемъ, къ этому мы вернемся позже. Сначала мы повторимъ вкратцѣ то, о чемъ уже говорили. При какомъ условіи мы получаемъ температуру 0^0? Попробуй выразить это возможно кратче и въ общихъ словахъ.

Ученикъ. Позволь подумать. Ледъ показываетъ 0^0, когда онъ таетъ, а вода, когда она замерзаетъ. Но когда ледъ растаялъ или вода замерзла, они уже не показываютъ болѣе 0^0. Слѣдовательно,

ледъ долженъ быть вмѣстѣ съ водой или вода вмѣстѣ со льдомъ. Ага, теперь я могу сказать: когда вода и ледъ находятся въ смѣси, температура равна 0°.

Учитель. Вѣрно, таково условіе. Можешь ли ты сказать, почему это условіе должно быть выполнено?

Ученикъ. Мнѣ кажется, что это должно быть очень просто, но я не могу выразить этого словами.

Учитель. Оно дѣйствительно очень просто. Что происходитъ когда мы пробуемъ нагрѣть смѣсь льда и воды?

Ученикъ. Вчера ты объяснилъ мнѣ это; немного льда растаетъ и черезъ это поглотится то тепло, которое мы сообщили смѣси.

Учитель. А что происходитъ, когда мы охлаждаемъ смѣсь?

Ученикъ. Немного воды замерзаетъ и получается...

Учитель. И получается при этомъ какъ разъ столько же тепла, сколько его было отнято. Ты видишь, дѣло обстоитъ здѣсь такимъ же точно образомъ, какъ съ водой въ прудѣ, которая всегда находится на одномъ и томъ же уровнѣ. Если мы возьмемъ нѣкоторое количество воды изъ пруда, то на ея мѣсто притекаетъ новая вода изъ источника; если же мы прибавляемъ въ прудъ воду, то она перельется черезъ плотину и уровень остается прежнимъ.

Ученикъ. Я понялъ это; но мнѣ кажется, что здѣсь не все еще ладно. Развѣ температура будетъ одна и та же и тогда, когда имѣется много воды и мало льда, и тогда когда имѣется мало воды и много льда?

Учитель. Ты былъ невнимателенъ; вчера мы назвали это закономъ природы, т. е. чѣмъ то такимъ, что остается всегда неизмѣннымъ.

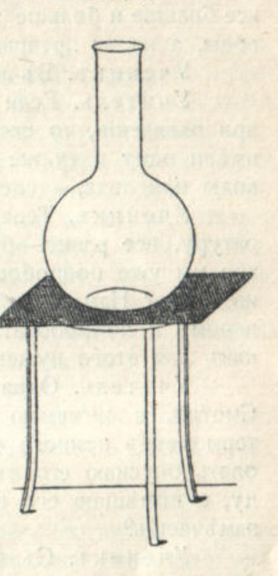
Ученикъ. Да, теперь я вспомнилъ. Теперь я все понялъ... Однако все это очень просто; я полагалъ, что это должно быть сложнѣе.

Учитель. Съ тобой это часто будетъ случаться; когда уяснишь себѣ какую либо вещь, она всегда кажется очень простой. Но самое уясненіе не бываетъ всегда простымъ и невсегда легко достигается.—Вернемся однако къ нашему разсужденію. Можно ли дѣйствительно нагрѣвать воду безъ льда какъ угодно долго? Что случится, если я поставлю на огонь сосудъ съ водой?

Ученикъ. Сначала вода станетъ горячей, а затѣмъ она начнетъ кипѣть.

Учитель. Вѣрно. Продѣлаемъ же этотъ опытъ. Здѣсь у меня бутылка изъ тонкаго стекла, которую я могу поставить на огонь,

причемъ она не лопнетъ. Въ бутылкѣ содержится немного воды; я помѣщаю ее на треножникѣ, подъ которымъ находится лампа (фиг. 7).


Рис. 7.

Ученикъ. Зачѣмъ на треножникѣ сѣтка?

Учитель. Во первыхъ, для того, чтобы на нее можно было ставить большіе и малые сосуды. Во вторыхъ, металлическая сѣтка разсѣеваетъ жаръ пламени и тѣмъ самымъ предохраняетъ стекло, и оно не лопается даже въ томъ случаѣ, если оно немного толще, чѣмъ стекло нашей бутылки. Теперь я опускаю термометръ въ воду...

Ученикъ. Смотри, вода становится все теплѣе!

Учитель. Погоди!

Ученикъ. Теперь вода кипитъ, и ртуть поднялась совсѣмъ высоко; она показываетъ уже 100⁰. Вотъ сейчасъ она заполнитъ весь термометръ. А что произойдетъ, когда ртути некуда будетъ больше расширяться?

Учитель. Термометръ тогда лопнетъ, такъ какъ ртуть тогда будетъ сильно давить извнутри.

Ученикъ. Такъ прими же скорѣй лампу!

Учитель. Смотри лучше на термометръ.

Ученикъ. Ртуть все еще стоитъ на 100⁰.

Учитель. И еше долго будетъ такъ оставаться. Я увеличиваю огонь; что ты видишь?

Ученикъ. Вода кипитъ гораздо сильнѣе.

Учитель. А термометръ?

Ученикъ. Онъ все еще показываетъ 100⁰. Ага, теперь-то я начинаю кое-что понимать. Здѣсь, кажется, все происходитъ такъ-же, какъ и при плавленіи.

Учитель. Совершенно вѣрно; попробуй указать, въ чемъ сходство. Тамъ температура была неизмѣнна, покуда на лицо находились два вещества—ледъ и вода. А какъ обстоитъ дѣло здѣсь?

Ученикъ. Здѣсь тоже есть вода, но гдѣ же второе вещество? Стой, я знаю, это—паръ. Вѣрно?

Учитель. Конечно. Когда я, при помощи огня, сообщаю водѣ все больше и больше тепла, то послѣднее идетъ не на нагрѣваніе воды, а на ея превращеніе....

Ученикъ. Въ паръ!

Учитель. Если теперь здѣсь все происходитъ такъ же какъ при плавленіи, то сходство должно идти еще дальше. Раньше мы имѣли одну и ту же температуру, все равно—исходили ли мы изъ воды или льда,—теперь...

Ученикъ. Теперь мы должны получить одну и ту же температуру, все равно—будемъ ли мы исходить изъ воды или пара. Первое мы уже попробовали, но какъ же сдѣлать такъ, чтобы исходить изъ пара? Намъ, для этого вѣдь нужно было бы имѣть сосудъ съ паромъ и попробовать охлаждать его. Это нелегко сдѣлать, такъ какъ для этого нуженъ паровой котелъ.

Учитель. Однако мы обойдемся и болѣе простыми средствами. Смотри, я вынимаю термометръ и жду нѣкоторое время. Теперь термометръ немного охладился, ртуть въ немъ стоитъ ниже 50°. Я опять опускаю его въ бутылку, но не погружаю его въ кипящую воду, а помѣщаю его надъ водой въ верхней части бутылки. Что ты замѣчаешь?

Ученикъ. Съ термометра капаетъ вода. Какъ она туда попала? А я это знаю; водяной паръ сгустился на холодномъ термометрѣ въ верхней части бутылки.

Учитель. Правильно; взгляни-ка, какая температура?

Ученикъ. Опять 100°.

Учитель. Вотъ мы и сдѣлали опытъ, для котораго тебѣ нуженъ былъ паровой котелъ. Въ верхней части бутылки содержится паръ, который выходитъ оттуда и, выходя на воздухъ, образуетъ облака. Холодный термометръ сгущаетъ часть паровъ въ жидкую воду, такъ что въ верхней части бутылки ты имѣешь смѣсь пара и воды. На термометрѣ сгущается въ воду такое количество пара, при сгущеніи котораго выдѣляется какъ разъ столько же тепла, сколько потерялъ при охлажденіи вынутый изъ бутылки термометръ, и температура тогда опять должна подняться до 100°.

Ученикъ. Есть ли дѣйствительно въ верхней части бутылки водяной паръ? Вѣдь она совершенно прозрачна!

Учитель. Водяной паръ прозраченъ, какъ воздухъ.

Ученикъ. Такъ? А я думалъ, что водяной паръ походитъ всегда на туманъ и не прозраченъ. Когда паръ выходитъ изъ локо-

мотива, мы видимъ густое, бѣлое облако, да и облака на небѣ вѣдь тоже водяной паръ.

Учитель. Нѣтъ; то, что ты видишь не есть водяной паръ, а жидкая вода въ видѣ мельчайшихъ капелекъ, которыя образовались изъ пара при его охлажденіи. Если бы ты могъ взглянуть внутрь котла локомотива, ты бы увидѣлъ, что онъ внутри прозраченъ, какъ будто онъ наполненъ воздухомъ. Вѣдь въ прозрачномъ воздухѣ также всегда содержатся большія количества водяного пара, но туманъ и облака образуются изъ него лишь тогда, когда онъ охлаждаясь превращается въ мелкія капельки жидкой воды.—Ты видишь такимъ образомъ, что дѣло здѣсь обстоитъ дѣйствительно такъ же, какъ въ случаѣ смѣси воды и льда. Вода и паръ существуютъ другъ подлѣ друга лишь при одной опредѣленной температурѣ, и покуда они находятся вмѣстѣ, эта температура не измѣняется.

Ученикъ. Почему она равна именно 100°?

Учитель. Да на каждомъ термометрѣ ставятъ число 100° какъ разъ въ той точкѣ, на которой ртуть останавливается, когда термометръ погруженъ въ кипящую воду.

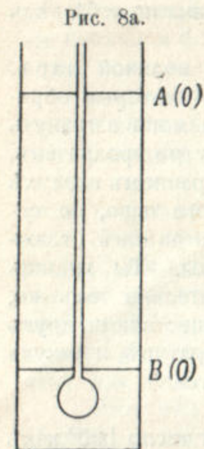
Ученикъ. Зачѣмъ это дѣлаютъ?

Учитель. Ты развѣ не помнишь, на чемъ остановился нашъ механикъ, изготовляющій термометры? Онъ отмѣтилъ лишь одну точку на своихъ термометрахъ и поставилъ нуль тамъ, гдѣ остановилась ртуть при погруженіи термометровъ въ тающій ледъ. Теперь ему остается получить еще другую опредѣленную температуру, для того чтобы отмѣтить на термометрѣ еще другую точку и нанести на инструментъ дѣленія. Эта вторая температура есть температура кипящей воды, причемъ принято разстояніе между этими двумя точками дѣлить на сто равныхъ частей. Такъ какъ нижняя точка обозначена нулемъ, то верхняя должна быть обозначена числомъ 100.

Ученикъ. Такъ теперь я понимаю это. Но какъ же измѣрить температуры, которыя выше 100° или ниже 0°?

Учитель. Да просто продолжаютъ дѣленіе вверхъ (выше 100°) и внизъ (ниже 0°) до тѣхъ поръ, пока для этого есть мѣсто. Смотря потому, хотятъ ли приготовить термометръ для низкихъ или для высокихъ температуръ, въ него наливаютъ больше или меньше ртути, напримѣръ, если хотятъ приготовить термометръ, которымъ можно было бы измѣрять температуры ниже 0°, то 0 на скалѣ долженъ стоять довольно высоко, для того чтобы между нимъ и шарикомъ термометра оставалось достаточно мѣста для нанесенія дѣленій для температуръ ниже нуля, и ртути, слѣдовательно, въ такой термометръ

Рис. 8а.



нужно налить столько, чтобы при погруженіи его въ тающій ледъ она стояла довольно высоко надъ шарикомъ (напр. доходила бы до точки А (рис. 8а), гдѣ и ставятъ 0). Если же хотятъ приготовить термометръ лишь для температуръ выше нуля, то тогда нужно налить меньше ртути; достаточно тогда налить ея столько, чтобы при помѣщеніи термометра въ тающій ледъ уровень ея былъ лишь немного выше шарика термометра [напр., доходилъ бы до точки В (рис. 8а), гдѣ тогда и ставятъ нуль]; и если такой термометръ долженъ служить для измѣренія температуръ выше 100°, то нужно позаботиться сдѣлать трубку его довольно длинной, чтобы было достаточно мѣста для нанесенія дѣленій выше 100° (напр. до 150—200°) [1]).

Ученикъ. Но на нашемъ оконномъ термометрѣ дѣленія не доходятъ до 100; они прекращаются на 50. Какимъ образомъ на немъ можно было правильно нанести дѣленія?

Учитель. Сначала изготовляется съ необходимой тщательностью термометръ, съ дѣленіями отъ 0° до 100; такой термометръ, называется **нормальнымъ термометромъ**. Затѣмъ этотъ термометръ и другой, болѣе короткій, помѣщаются одновременно въ одномъ пространствѣ или погружаются въ большое количество воды; оба термометра принимаютъ тогда одну и ту же температуру, и на меньшемъ термомотрѣ, въ точкѣ, на которой остановилась ртуть, надписываютъ то же самое число, на которомъ стоитъ ртуть большого термометра.

Ученикъ. Такъ, теперь мнѣ нечего больше спрашивать; впрочемъ нѣтъ: на оконномъ термометрѣ я вижу съ лѣвой стороны букву C, съ правой букву R, и дѣленія на обѣихъ сторонахъ различны.

Учитель. Это означаетъ вотъ что. Сто съ лишнимъ лѣтъ тому назадъ французъ Реомюръ устроилъ термометръ, въ которомъ разстояніе между точками замерзанія и кипѣнія было раздѣлено не на 100, а на 80 равныхъ частей. Съ другой стороны шведъ Цельзій ввелъ дѣленіе на 100 частей. Въ Германіи распространились термометры Реомюра, Франція же пользуется термометрами Цельзія. Въ настоящее время начинаетъ все болѣе и болѣе преобладать строга-

---

[1]) Предыдущее объясненіе начиная со словъ: «напр. если хотятъ приготовить» (стр. 27) до словъ «чтобы было достаточно мѣста» (стр. 28) и рис. 8а. замѣняютъ въ русскомъ текстѣ фразу: «damit an der richtigen Scite Raum übrig bleibt» нѣмецкаго текста. Ред.

дусный термометръ; въ научныхъ же работакъ другіе термометры уже болѣе не употребляются. Въ какомъ отношеніи стоятъ другъ къ другу градусы Реомюра и Цельзія?

Ученикъ. 100°C равны 80°R.

Учитель. Сократи это отношеніе!

Ученикъ. 10°C. равны 8R. или 5°C. равны 4°R.

Учитель. Вѣрно. Ты можешь написать это въ формѣ уравненія: если ты обозначишь черезъ c число градусовъ Цельзія и черезъ r число градусовъ Реомюра, то получишь, что $c:r=5:4$, слѣд. $c=\frac{5}{4}r$ или $r=\frac{4}{5}c$. Первымъ равенствомъ ты пользуешься, когда хочешь градусы Реомюра перевести въ градусы Цельзія, вторымъ—въ обратномъ случаѣ.—Посмотри теперь, оправдывается ли это равенство на термометрѣ? (фиг. 8).

Рис. 8.



Ученикъ. Да, тамъ, гдѣ подъ C стоитъ 20, подъ R стоитъ 16°. Но я читалъ еще однажды о термометрѣ Фаренгейта, который былъ не похожъ на эти.

Учитель. Фаренгейтъ былъ нѣмецъ; онъ первый сталъ изготовлять термометры, которые можно было сравнивать одинъ съ другимъ. Онъ жилъ въ 18-мъ столѣтіи; онъ хотѣлъ начать дѣленія на градусы своего термометра съ наиболѣе низкихъ температуръ, какихъ можно было достигнуть; поэтому онъ помѣщалъ термометръ въ смѣсь снѣга и нашатыря и точку, на которой останавливалась ртуть, онъ обозначалъ нулемъ. Разстояніе между этой точкой и точкой замерзанія воды онъ раздѣлилъ на 32 части и нашелъ, что между точкой замерзанія и точкой кипѣнія воды укладывается еще 180 такихъ частей. Въ настоящее время дѣленіе термометра по Фаренгейту производится такимъ образомъ, что на точкѣ замерзанія ставятъ число 32°, а на точкѣ кипѣнія 32+180 или 212.

Ученикъ. Почему же не дѣлаютъ это такъ, какъ дѣлалъ Фаренгейтъ?

Учитель. Потому что смѣшивая нашатырь со снѣгомъ можно лишь съ трудомъ получить вполнѣ опредѣленную температуру, между тѣмъ какъ точки замерзанія и кипѣнія воды отличаются большимъ постоянствомъ.

Ученикъ. Кто пользуется еще такими термометрами?

Учитель. Англичане и американцы. Но они пользуются ими только въ домашнемъ обиходѣ, преимущественно для измѣренія температуры воздуха. Въ своихъ научныхъ работахъ они пользуются стоградусными термометрами.—Выведи-ка мнѣ уравненіе между градусами цельзія и фаренгейта?

Ученикъ. $F : C = 180 : 100$ или $5F = 9C$.

Учитель. Невѣрно.

Ученикъ. Почему?

Учитель. На точкѣ замерзанія у цельзія стоитъ нуль. Если ты предположишь, что въ твоемъ равенствѣ C равно нулю, то и F должно равняться нулю; а между тѣмъ у фаренгейта на точкѣ замерзанія стоитъ не нуль, а 32. Что нужно сдѣлать для того, чтобы, при C равномъ нулю, F равнялось 32?

Ученикъ. Я долженъ ко второй части равенства прибавить 32.

Учитель. Какое ты получищъ тогда равенство?

Ученикъ. $5F = 9C + 32$.

Учитель. Пусть теперь C равно нулю; что ты получишь въ такомъ случаѣ?

Ученикъ. $5F = 32$. Нѣтъ это неправильно; слѣва должно быть одно F. Что же дѣлать? — А, знаю: я долженъ сначала написать $F = \frac{9}{5}C$ и потомъ прибавить справа 32, т. е. $F = \frac{9}{5}C + 32$; теперь если C равно нулю, то F 32.

Учитель. Да, теперь равенство написано правильно.

Ученикъ. Правда ли, что смѣсь льда и другого вещества...

Учитель. Нашатыря.

Ученикъ. И нашатыря имѣетъ самую низкую температуру?

Учитель. Нисколько! Даже иногда зимой у насъ бываетъ холоднѣе. Вычисли-ка, сколько градусовъ Цельзія должно приходиться противъ точки нуля и фаренгейта?

Ученикъ. Нужно значитъ F положить равнымъ нулю, тогда получимъ, что $0 = \frac{9}{5}C + 32$, откуда $C = -17\,^7/_9$.

Учитель. Такъ, значитъ температура не доходитъ даже до 18^0 ниже нуля; у насъ же иногда бываетъ отъ 20^0 до 25^0 ниже нуля.

Ученикъ. Каковъ наибольшій холодъ, какой только можетъ быть!

Учитель. Въ послѣднее время достигли 250° ниже нуля?

Ученикъ. Какъ ты полагаешь, удастся ли пойти еще ниже?

Учитель. Очень немного, вѣроятно—273° С представляетъ самую низкую температуру, какая существуетъ.

Ученикъ. Почему ты такъ думаешь?

Учитель. Сегодня я не могу объяснить тебѣ, но ты скоро узнаешь это и тогда самъ будешь такъ думать.

Ученикъ. Я бы очень хотѣлъ узнать это!

7. Измѣреніе.

Учитель. Что ты вчера узналъ?

Ученикъ. Какъ дѣлаютъ термометры.

Учитель. Такъ. Но термометръ есть родъ измѣрительнаго инструмента; поэтому намъ нужно будетъ сказать кое что объ измѣреніи. Что можно измѣрять?

Ученикъ. Всевозможныя вещи: длину, вѣсъ, поверхность,— я думаю, что можно все измѣрять.

Учитель. Не все, но дѣйствительно многія вещи. Что нужно имѣть для измѣренія?

Ученикъ. Мѣру.

Учитель. Что это такое?

Ученикъ. Мѣры бываютъ разныя, смотря по тому, что нужно измѣрять.

Учитель. Приведи какой нибудь примѣръ!

Ученикъ. Напримѣръ, длину стола можно измѣрить сантиметрами.

Учитель. Вотъ здѣсь масштабъ въ сантиметрахъ; измѣрь-ка длину стола!

Ученикъ. Масштабъ имѣетъ 50 сантиметровъ; я это вижу по послѣдней цыфрѣ на немъ. Я кладу масштабъ такъ, чтобы одинъ конецъ прикасался къ краю стола, и отмѣчаю мѣсто, до котораго достигаетъ другой конецъ его. Потомъ я прикладываю конецъ его къ меткѣ и дѣлаю новую мѣтку на томъ мѣстѣ, до котораго достигаетъ другой его конецъ; если я теперь приложу масштабъ къ новой мѣткѣ, то другой конецъ его выходитъ за край стола; самый же край совпадаетъ съ числомъ 22 масштаба. Столъ слѣдовательно имѣетъ длину $50+50+22=122$ сантиметра.

Учитель. Правильно. Ты значитъ прибавлялъ сантиметръ къ сантиметру до тѣхъ поръ, пока полученная длина не совпала съ

длиной стола. Масштабъ лишь облегчилъ тебѣ сосчитываніе отдѣльныхъ сантиметровъ.

Ученикъ. Да, это такъ.

Учитель. А какъ ты поступаешь при измѣреніи вѣса?

Ученикъ. Я кладу предметъ на одну чашку вѣсовъ, а на другую чашку столько разновѣсокъ (гирекъ), чтобы получилось равновѣсіе.

Учитель. А какъ же ты обозначаешь вѣсъ?

Ученикъ. На разновѣскахъ отмѣчено, сколько граммовъ вѣситъ каждая изъ нихъ; послѣ взвѣшиванія я всѣ числа складываю.

Учитель. Видишь, ты здѣсь поступаещь такъ же, какъ и раньше: ты прибавляешь граммъ къ грамму до тѣхъ поръ, пока ихъ вѣсъ становится равнымъ вѣсу предмета. Разновѣски лишь облегчаютъ тебѣ счетъ граммовъ.

Ученикъ. Конечно. Однако я до сихъ поръ не замѣчалъ, что оба измѣренія одно и то же.

Учитель. Ты скоро увидишь, что всякое измѣреніе сводится собственно къ тому же. Но теперь скажи мнѣ: почему ты не измѣрялъ длины граммами или вѣса сантиметрами?

Ученикъ. Да такъ нельзя!

Учитель. Почему нельзя?

Ученикъ. Сколько бы разъ я не прибавлялъ сантиметры къ сантиметрамъ, я никогда не получу изъ нихъ вѣса.

Учитель. Вѣрно; можешь ли ты выразить это въ общихъ словахъ?

Ученикъ. Длину можно измѣрять только длиной и вѣсъ вѣсомъ.

Учитель. Въ еще болѣе общей формѣ можно сказать: каждую величину можно измѣрять лишь величиной подобнаго же рода.

Ученикъ. Да, я это понимаю.

Учитель. Длину ты измѣрялъ сантиметрами: сантиметры— единственная ли мѣра длины?

Ученикъ. Нѣтъ, есть еще миллиметры, километры, дюймы, мили, аршины и многія другія мѣры.

Учитель. Чѣмъ онѣ отличаются другъ отъ друга?

Ученикъ. Сантиметръ имѣетъ другую длину, чѣмъ дюймъ, и т. д.

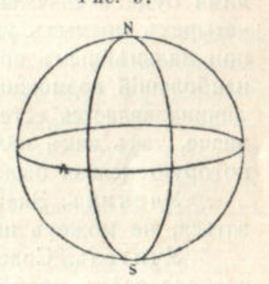
Учитель. Такъ; эти опредѣленныя длины—сантиметръ, дюймъ, миля и т. д.—называются **единицами длины**. Всякій результатъ измѣренія заключаетъ въ себѣ указаніе на ту **единицу**, которая слу-

жила для измѣренія, и на число единицъ, которыя содержатся въ измѣряемомъ предметѣ.

Ученикъ. Почему есть такъ много разныхъ единицъ для одинаковаго рода величинъ, напримѣръ, для длинъ?

Учитель. Это происходитъ отъ того, что выборъ единицы измѣренія произволенъ. Вначалѣ каждая группа людей, чувствовавшая въ этомъ потребность, выбирала единицу длины и пользовалась ею, нисколько не заботясь о другихъ людяхъ. Но затѣмъ различіе въ мѣрахъ стало настолько тягостнымъ, что въ 18 столѣтіи правительство Франціи рѣшило наконецъ уничтожить всѣ старыя мѣры и замѣнить ихъ новой, общей для всѣхъ, мѣрой. Такъ какъ мѣры необходимо предохранить отъ всякихъ случайныхъ измѣненій, то было рѣшено принять самую землю за первоначальную мѣру. Длина четвертой части меридіана, т. е. длина AN (фиг. 9) была раздѣлена на 10·000·000 частей, и одна такая часть названа была метромъ и теперь служитъ общей мѣрой длины. Сантиметръ —это сотая часть метра, или тысячемилліонная часть четвертой части меридіана.

Рис. 9.



Ученикъ. Но какъ же можно раздѣлить четвертую часть меридіана, когда не удалось еще дойти до сѣвернаго полюса?

Учитель. Измѣренъ лишь небольшой участокъ ея, отношеніе котораго ко всей четвертой части меридіана было опредѣлено при помощи угла, образуемаго двумя перпендикулярными линіями, опущенными въ концахъ этого участка. Но при этомъ обнаружилось, что такое измѣреніе гораздо менѣе точно, чѣмъ сравненіе двухъ метровъ. Такъ что теперь подъ метромъ разумѣютъ длину сохраняемаго въ Парижѣ масштаба, который изготовленъ изъ наиболѣе постояннаго въ настоящее время матеріала, именно изъ сплава благородныхъ металловъ платины и иридія.

Ученикъ. А если этотъ образецъ затеряется или испортится?

Учитель. И объ этомъ позаботились. Изготовлено еще двадцать подобныхъ же масштабовъ, которые тщательно сравнены одинъ съ другимъ и которые разосланы, по одной штукѣ, въ Римъ, Берлинъ, Петербургъ и другія мѣста, такъ что, если въ одномъ или двухъ мѣстахъ образецъ даже затеряется, онъ будетъ имѣться въ другомъ мѣстѣ. По подобію этихъ образцовыхъ мѣръ изготовлены

еще мѣры изъ другихъ матеріаловъ и сравнены съ первыми; такимъ образомъ, сохранность единицы длины или метра вполнѣ обезпечена.

Ученикъ. Но все же метръ совершенно произвольная мѣра; почему не выбрали мѣры, которая была бы вполнѣ независима отъ человѣка?

Учитель. Потому что таковой не существуетъ.

Ученикъ. А въ геометріи существуетъ. Я училъ тамъ, что прямой уголъ есть естественная мѣра, которая выбрана непроизвольно. Почему же нѣтъ такой мѣры для длинъ?

Учитель. Укажи мнѣ какую нибудь естественную мѣру длины!

Ученикъ. Да, я не могу указать. Но отчего же такая разница?

Учитель. Это зависитъ отъ того, что уголъ не можетъ быть безгранично великъ. Если мы будемъ одну прямую линію вращать вокругъ какой-либо точки другой прямой линіи, то уголъ между ними будетъ сначала увеличиваться; но онъ не можетъ стать больше четырехъ прямыхъ угловъ, такъ какъ такой уголъ равенъ углу О, и при дальнѣйшемъ вращеніи углы начинаютъ повторяться. Значитъ, наибольшій возможный уголъ имѣетъ конечную величину, и эта величина является естественной единицей. Съ длинами дѣло обстоитъ иначе, такъ какъ нельзя себѣ представить такой большой длины, которую нельзя было бы увеличить.

Ученикъ. Значитъ все то, что можетъ безконечно увеличиваться, не можетъ имѣть естественной единицы.

Учитель. Совершенно вѣрно; ты скоро убѣдишься въ томъ, что для всѣхъ подобныхъ величинъ приняты произвольныя единицы. Это лучшее доказательство того, что никто не знаетъ естественной единицы.—Возвратимся однако къ нашему метру. Неудобно всѣ величины одного и того же рода измѣрять одной единицей. Длина стола можетъ быть измѣрена въ сантиметрахъ; но измѣряя сантиметрами высоту горы или длину рѣки, мы получимъ слишкомъ большія числа, поэтому для измѣренія такихъ большихъ длинъ пользуются большими единицами.

Ученикъ. Да, я знаю, метръ и километръ.

Учитель. Вѣрно. Такими различными единицами уже давно пользовались, но онѣ большей частью не находились въ достаточно простомъ отношеніи другъ къ другу. Одновременно съ введеніемъ мѣры метра было рѣшено допустить лишь такія единицы одного и того же рода, которыя находятся въ отношеніи 1:10:100:1000 и т. д., т. е. выражаются какой нибудь степенью 10.

Ученикъ. Почему именно такія?

Учитель. Потому что въ этомъ случаѣ переходъ отъ одной мѣры къ другой требуетъ менѣе всего труда; стоитъ лишь прибавить нули или перенести запятую дроби съ одного мѣста на другое. Такъ, мы имѣемъ:

1 километръ (клм.)=1000 метровъ (м.)
1 м.=10 дециметровъ (дцм.)=100 сантиметровъ (см.)=1000 миллиметровъ (мм.)

Ученикъ. Что означаетъ собственно кило?

Учитель. Кило это греческое названіе тысячи. Принято кратныя мѣры каждой единицы обозначать греческими названіями чиселъ (дека-, гекто-, кило-), а дробныя части той же единицы обозначать латинскими названіями чиселъ (деци—, санти—, милли—).

Ученикъ. Такъ, теперь я понимаю названія килограммъ и миллиграммъ.

Учитель. Единицей массы служитъ граммъ. Граммомъ назвали массу кубическаго сантиметра воды, при 4°C. Отсюда произведены дека—, гекто—, килограммъ; обыкновенно пользуются въ общежитіи только послѣдней мѣрой, то есть килограммомъ, который=2 фунт. (=2 нѣмецкимъ фунтамъ и 2,45 русскимъ фунтамъ). Изъ дробныхъ мѣръ дециграммъ и сантиграммъ рѣдко употребляются, тогда какъ миллиграммомъ (=0,001 грамма) въ научныхъ работахъ пользуются очень часто.

Ученикъ. Ты сказалъ, что граммъ есть единица массы; я думалъ, что онъ единица вѣса, такъ какъ мы отвѣшиваемъ при помощи граммовъ и килограммовъ.

Учитель. Масса и вѣсъ находятся въ слѣдующихъ отношеніяхъ. Масса—это свойство тѣлъ, которое опредѣляетъ ихъ движенье, когда мы ихъ перемѣщаемъ; поэтому масса измѣряется той работой, которую нужно затратить, чтобы вызвать равныя скорости [1]). Вѣсъ же, или сила, съ которой тѣла стремятся двигаться внизъ, точно пропорціоналенъ въ каждомъ данномъ мѣстѣ массѣ, такъ что если

[1]) Опытъ учитъ насъ, что затрачивая одну и ту же работу, нельзя вызвать одинаковую скорость у какихъ-угодно тѣлъ. Напротивъ, скорость, которую получаетъ, скажемъ, брошенный кусокъ желѣза при одинаковомъ усиліи, тѣмъ меньше, чѣмъ больше самый кусокъ, и если мы хотимъ бросить два куска желѣза разной величины такъ, чтобы они полетѣли съ одинаковыми скоростями, то намъ придется затратить для этого неодинаковую работу; если одинъ кусокъ будетъ вдвое больше другого, то и работа, затраченная для его бросанія будетъ вдвое больше, и мы говоримъ тогда, что масса перваго вдвое больше массы второго. Ред.

два вѣса равны, то и массы также равны. Значитъ, массы можно измѣрять при помощи вѣса.

Ученикъ. Зачѣмъ намъ нужно знать массы? Хлѣбъ, желѣзо, золото продаютъ и покупаютъ вѣдь на вѣсъ.

Учитель. Конечно, на вѣсъ, но не ради ихъ вѣса. Въ наукѣ вѣсъ выводятъ изъ массы, а не наоборотъ, потому что масса неизмѣнна, вѣсъ же измѣнчивъ.

Ученикъ Но если я буду заботливо сохранять какой-нибудь предметъ, спрячу его такъ, чтобы онъ оставался совершенно цѣлымъ вѣдь и вѣсъ его не измѣнится!

Учитель. Я этого не думаю; если я отниму отъ какого-либо тѣла какую нибудь часть его, то масса его уменьшится въ томъ же отношеніи, въ какомъ уменьшился его вѣсъ. Неизмѣнившееся тѣло имѣетъ однако на высокихъ горахъ или вблизи экватора меньшій вѣсъ, чѣмъ въ долинахъ или вблизи полюсовъ.

Ученикъ. Я вспоминаю теперь то, что училъ въ географіи; это зависитъ отъ притяженія земли. Такъ какъ земля сплющена у полюсовъ, то тѣла ближе всего къ центру ея, когда они находятся у полюсовъ, и дальше всего отъ центра на экваторѣ.

Учитель. Вѣрно, но ты долженъ еще прибавить къ этому, что притяженіе уменьшается по мѣрѣ удаленія отъ центра земли; кромѣ того, здѣсь играетъ еще роль центробѣжная сила, которая противодѣйствуетъ тяжести и достигаетъ у экватора наибольшей величины.

Ученикъ. Значитъ, если я здѣсь отвѣшу одинъ килограммъ песку и затѣмъ отнесу его на высокую гору, и тамъ вторично свѣшу, то его вѣсъ окажется меньшимъ?

Учитель. Если ты свѣсишь его на обыкновенныхъ рычажныхъ вѣсахъ, то на горѣ на чашку вѣсовъ придется положить тѣ же гири, что и внизу.

Ученикъ. Но вѣдь ты сказалъ....

Учитель. Твои гири стали легче въ томъ же отношеніи въ какомъ песокъ.

Ученикъ. Какъ? Ахъ, теперь я понимаю; я объ этомъ и не подумалъ. Но какъ же вообще можно узнать, что вѣсъ сталъ меньше?

Учитель. Если измѣрять вѣсъ не гирями, а другими способами. Пружинные вѣсы, въ которыхъ вѣсъ измѣряется сгибаніемъ эластической стальной пружины, покажутъ на горѣ вѣсъ меньшій, чѣмъ въ долинѣ. Но самый точный способъ измѣренія есть маятникъ, который качается тѣмъ быстрѣе, чѣмъ сильнѣе притяженіе.

Ученикъ. Какое это имѣетъ отношеніе къ вѣсу?

Учитель. Ты узнаешь это на урокѣ физики; мы должны вернуться къ нашему главному вопросу. Я уже сказалъ тебѣ, что вещи покупаются по вѣсу, но не ради ихъ вѣса. Для чего покупаютъ хлѣбъ?

Ученикъ. Чтобы его ѣсть.

Учитель. А ты ѣшь его для того, чтобы стать тяжелѣе?

Ученикъ. Ха, ха, ха. Нѣтъ, я ѣмъ его потому, что онъ вкусенъ, и для того, чтобы набраться силъ.

Учитель. Послѣднее самое важное. И уголь покупаютъ не ради вѣса его, а для того, чтобы имъ топить, и т. д.

Ученикъ. Такъ, въ такомъ случаѣ я вообще не понимаю, къ чему служитъ вѣсъ.

Учитель. Что ты предпочитаешь, большой или малый кусокъ хлѣба съ масломъ?

Ученикъ. Конечно, большой.

Учитель. Почему?

Ученикъ. Потому что онъ больше; съѣвши маленькій я не буду сытъ.

Учитель. А какой больше вѣситъ?

Ученикъ. Конечно, большой кусокъ.

Учитель. Ты видишь теперь, для чего служитъ вѣсъ. Свойства и полезность, ради которыхъ покупаютъ разныя вещи, возрастаютъ или убиваютъ вмѣстѣ съ массой или вѣсомъ. Свойства хлѣба поддерживать твою жизнь пропорціонально его вѣсу; точно также, теплота, которую даетъ уголь, тѣмъ больше, чѣмъ больше вѣсъ его. Но не только подобныя техническія и хозяйственныя качества вещей, а и другія очень важныя въ научномъ отношеніи свойства ихъ находятся въ зависимости отъ ихъ массы и вѣса. Вѣсы стали столь необходимымъ химическимъ инструментомъ только оттого, что эти важныя въ научномъ отношеніи свойства тѣлъ связаны съ ихъ вѣсомъ, хотя знаніе вѣса само по себѣ во многихъ случаяхъ не имѣетъ никакого значенія.

Ученикъ. Вѣсъ значитъ можно сравнить съ бумагой какой нибудь книги, которая сама по себѣ имѣетъ небольшую цѣну, но дѣлается очень цѣнной тѣмъ, что на ней напечатано.

Учитель. Это довольно удачное сравненіе, хотя и невполнѣ сюда подходитъ. Возьмемъ поэтому болѣе подходящія сравненія. Ты знаешь, конечно, что жидкости покупаются и продаются какъ по объему, такъ и по вѣсу. Вино и пиво продаются исключительно по

объему, т. е. по величинѣ занимаемаго ими пространства, петролеумъ какъ по объему такъ и на вѣсъ; сѣрная кислота только на вѣсъ.

Ученикъ. Почему это?...

Учитель. Привычка и удобство играютъ здѣсь главную роль, Измѣреніе при помощи объемныхъ мѣръ производится гораздо легче и быстрѣе, чѣмъ взвѣшиваніе, да и объемную мѣру гораздо легче изготовить, чѣмъ вѣсы; поэтому и предпочитаютъ объемный способъ. Но сѣрная кислота представляетъ собой опасную жидкость, которую избѣгаютъ переливать изъ сосуда въ сосудъ; поэтому ее предпочитаютъ взвѣшивать. Оба способа измѣренія одинаково хороши, такъ какъ объемъ и вѣсъ одного и того же вещества находятся между собой въ опредѣленномъ постоянномъ отношеніи. Поэтому полезность и дѣйствіе жидкостей точно также пропорціональны ихъ объемамъ, какъ и вѣсамъ. Для потребителя одинаково безразличны какъ объемъ, такъ и вѣсъ петролеума; его интересуютъ лишь количества свѣта или тепла, которыя получаются отъ петролеума. А эти количества измѣняются пропорціонально объему; оттого объемъ является мѣрой для количества свѣта, получаемаго при горѣніи петролеума. Скажи мнѣ теперь, что ты знаешь о мѣрахъ объема?

Ученикъ. Единица объема называется литромъ.

Учитель. Это наполовину вѣрно. Собственно единица объема выведена изъ единицы длины, она представляетъ собой слѣдовательно кубъ, сторона котораго равна 1 м., т. е. кубическій метръ (1 кбм.). Однако такая мѣра въ большинствѣ случаевъ слишкомъ велика; поэтому остановились на мѣрѣ, которая ближе подходитъ къ общеупотребительнымъ старымъ объемнымъ мѣрамъ. Это—кубъ, сторона котораго въ десять разъ меньше метра и вмѣстимость котораго слѣдовательно равна $^1/_{1000}$ кбм.; онъ называется кубическимъ дециметромъ или короче литромъ (L).

Ученикъ. Ты конечно обмолвился, сказавъ, что кубич. дециметръ въ 1000 разъ меньше кубич. метра; вѣдь дециметръ составляетъ только $^1/_{10}$ метра.

Учитель. Подумай-ка!

Ученикъ. Ахъ, прости, я сказалъ глупость. Вѣдь емкость тѣла равна третьей степени ребра, а $10 \times 10 \times 10$ равно 1000.

Учитель. Вѣрно. Кромѣ литра въ наукѣ употребляется еще мѣра въ тысячу разъ меньшая. Какъ великъ этотъ кубъ?

Ученикъ. Теперь я уже не сдѣлаю прежней ошибки. Ребро въ 10 разъ меньше; $^1/_{10}$ дециметра равна $^1/_{100}$ метра, слѣдов. это— сантиметръ.

Учитель. Эта мѣра объема называется кубическимъ сантиметромъ (ксит.). Напиши мнѣ теперь таблицу, какъ ты это сдѣлалъ для мѣръ длины.

Ученикъ. 1 кбм.=1000 Л., а 1 Л.=1000 ксит.

Учитель. Вѣрно. На этомъ мы сегодня закончимъ, хотя объ измѣреніи еще многое можно сказать.

8. Плотность.

Учитель. Вчера ты узналъ, какъ измѣряются объемы и вѣса; сегодня мы поговоримъ еще немного объ измѣреніи. Что легче; фунтъ свинца или фунтъ перьевъ?

Ученикъ. Ты полагаешь, конечно, что я попадусь на эту старую шутку! Оба понятно, одинаково тяжелы.

Учитель. Но что легче—свинецъ или перья?

Ученикъ. Гмъ, да, перья вѣдь собственно легче.

Учитель. Значитъ, здѣсь противорѣчіе. Оно объясняется тѣмъ, что слова „легкій и тяжелый" употребляются въ двоякомъ смыслѣ. Когда говорятъ, что свинецъ легче перьевъ, то подразумѣваютъ, что пригоршня свинцу имѣетъ большій вѣсъ, чѣмъ пригоршня перьевъ, или точнѣе выражаясь, если сравнивать равные объемы свинца и перьевъ, то свинецъ будетъ вѣсить больше. То же самое имѣютъ въ виду, когда говорятъ, что дерево легче желѣза, хотя вѣдь можно выбрать кусокъ дерева, который будетъ либо легче, либо тяжеле даннаго куска желѣза.

Ученикъ. Это я понимаю.

Учитель. Въ наукѣ однако не принято употреблять столь неопредѣленныя выраженія. Это свойство, которое у желѣза и у свинца имѣетъ большую величину, чѣмъ у дерева и перьевъ, называютъ плотностью, и говорятъ, что желѣзо плотнѣе дерева, и свинецъ плотнѣе перьевъ. Итакъ, чѣмъ опредѣляется плотность?

Ученикъ. Вѣсомъ и объемомъ.

Учитель. Вѣрно. И такъ какъ плотность тѣмъ больше, чѣмъ больше вѣсъ даннаго объема, и тѣмъ меньше, чѣмъ больше объемъ даннаго вѣса, то она слѣдовательно прямо пропорціональна вѣсу и обратно пропорціональна объему. Значитъ, если g будетъ вѣсъ и v—объемъ, то плотность d опредѣляется формулой $d=\frac{g}{v}$.

Ученикъ. Для чего служитъ эта формула?

Учитель. Для измѣренія плотностей. Возьмемъ примѣръ: какъ велика плотность воды?

Ученикъ. Это зависитъ отъ того, какіе мы беремъ вѣсъ и объемъ.

Учитель. Нѣтъ, отъ этого именно она не зависитъ. Мы разъ навсегда выбираемъ за единицу вѣса граммъ и за единицу объема кубическій сантиметръ. Возьмемъ теперь какое нибудь количество воды, напримѣръ, одинъ литръ; сколько онъ вѣситъ?

Ученикъ. Литръ воды вѣситъ 1000 граммъ.

Учитель. А сколько онъ занимаетъ кубич. сантиметровъ?

Ученикъ. Литръ занимаетъ 1000 сантиметровъ.

Учитель. Мы имѣемъ слѣдовательно : $g = 1000$ и $v = 1000$; чему равняется d?

Ученикъ. $d = 1000 : 1000 = 1$; плотность равна 1.

Учитель. Сдѣлай теперь такое же вычисленіе для 20 кснт. воды.

Ученикъ. $d = 20 : 20 = 1$; опять получаемъ единицу. А, вотъ какъ; такъ какъ объемъ и вѣсъ въ одинаковомъ отношеніи увеличиваются и уменьшаются, то дробь не измѣняетъ своей величины, какое бы количество воды мы не взяли.

Учитель. Теперь ты вѣрно это понялъ. Вотъ здѣсь у меня свинцовый кубикъ; какую онъ имѣетъ плотность?

Ученикъ. Я долженъ сначала опредѣлить его вѣсъ. Могу я самъ свѣсить его? Онъ вѣситъ 38,84 грамма. Теперь мнѣ нужно опредѣлить его объемъ. Какъ это сдѣлать?

Учитель. Такъ какъ это кубъ, то тебѣ нужно только измѣрить длину одной стороны его. Вотъ масштабъ.

Ученикъ. Сторона имѣетъ длину въ 15 мм. слѣдовательно объемъ $15^3 = 3375$.

Учитель. 3375 чего?

Ученикъ. 3375 кубическихъ миллиметровъ. Ахъ, да, я долженъ былъ выразить объемъ въ кубическихъ сантиметрахъ. Теперь я не ошибусь; объемъ равенъ 3, 375 сст.

Учитель. Такъ. А чему равна плотность?

Ученикъ. $38{,}84 : 3{,}375 = 11{,}51$.

Учитель. Итакъ, кубикъ имѣетъ плотность 11,51. Я могу теперь сказать, что свинецъ имѣетъ плотность 11,51, потому что, если я возьму другой свинцовый кубъ или вообще какой нибудь кусокъ

свинца и буду опредѣлять его плотность, то найду то же самое число. Скажи мнѣ, почему это такъ?

Ученикъ. Я думаю, что получится приблизительно одинаковое число, но сомнѣваюсь въ томъ, чтобы можно было получить точно то же самое число.

Учитель. Ты забылъ, то что я говорилъ тебѣ раньше о свойствахъ. Плотность то же есть свойство, и потому она имѣетъ одну и ту же величину для различныхъ образчиковъ одного и того же вещества. А такъ какъ обыкновенный продажный свинецъ оказывается дѣйствительно очень чистымъ веществомъ, содержащимъ мало постороннихъ примѣсей, то различные образчики его имѣютъ одни и тѣ же свойства.

Ученикъ. Но вѣдь всѣ тѣла расширяются отъ нагрѣванія; значитъ объемъ нагрѣтаго свинцоваго куба долженъ быть больше чѣмъ холоднаго.

Учитель. Совершенно вѣрно. А измѣняется ли вѣсъ отъ теплоты?

Ученикъ Насколько я знаю—нѣтъ.

Учитель. Вѣсъ совершенно независимъ отъ температуры. Отсюда вытекаетъ, что плотность свинца при возрастанiи температуры должна быть меньше, такъ какъ числитель дроби остается прежнiй, а знаменатель возрастаетъ.

Ученикъ. Значитъ, плотность не есть вполнѣ опредѣленное свойство.

Учитель. Нѣтъ, она есть опредѣленное свойство, такъ какъ при опредѣленной температурѣ она имѣетъ опредѣленную величину. То же самое нужно сказать и о всякомъ другомъ веществѣ. И вода измѣняетъ свой объемъ при измѣненiи температуры; поэтому условились насчетъ 4^0 той температурой, при которой вѣсъ 1 кст. воды равенъ одному грамму.

Ученикъ. Почему выбрали именно эту температуру?

Учитель. Потому что при ней вода имѣетъ наибольшую плотность или занимаетъ наименьшiй объемъ.

Ученикъ. Я только что думалъ о томъ, какъ нужно поступить, если тѣло не имѣетъ формы куба и если все таки хотятъ опредѣлить его плотность.

Учитель. Вопросъ вполнѣ основательный, такъ какъ лишь немногiя вещества можно имѣть въ формѣ куба, Смотри же, какъ въ такомъ случаѣ нужно поступать. Здѣсь у меня стекляная трубочка, на которую нанесены дѣленiя, обозначающiя десятыя доли кубичес-

каго сантиметра. Я вливаю въ трубочку воду и замѣчаю высоту уровня ея; это будетъ 5,33 сант.

Ученикъ. Ты посчиталъ и сотыя доли, а на трубкѣ вѣдь отмѣчены только десятыя доли.

Учитель. Всякій, кто занимается измѣреніями, долженъ научиться такому отсчитыванію. Обыкновенно вода не доходитъ точно до одного какого-нибудь дѣленія, а стоитъ между двумя дѣленіями. Тогда я на глазъ опредѣляю десятыя доли пространства между двумя дѣленіями и получаю такимъ образомъ сотыя доли.

Ученикъ. Я бы не могъ этого сдѣлать.

Учитель. Этоту не трудно научиться, и позже ты будешь упражняться въ этомъ.—Но теперь будемъ продолжать. Здѣсь я имѣю стаканъ съ дробью, которая приготовлена изъ свинца. Свѣсь-ка стаканъ съ дробью!

Ученикъ. Онъ вѣситъ 43,58 грамма.

Учитель. Теперь я всыпаю часть дроби изъ стакана въ трубку; свѣсь стаканъ снова!

Ученикъ. Онъ вѣситъ 28,42 грамма.

Учитель. Сколько же дроби я всыпалъ въ трубку?

Ученикъ. 43,58—28,42 = 15,16 граммъ.

Учитель. Теперь я измѣряю уровень воды въ трубкѣ; онъ равенъ 6,66—слѣдовательно на 1,33 к. снт. больше, чѣмъ сначала. Какой отсюда выводъ?

Ученикъ. Ага, теперь я понимаю. Объемъ, который заняла дробь, какъ разъ равенъ 1,33 куб. сантиметра. Значитъ вѣсъ дроби 15,16 грамма, объемъ ея 1,33 сст., значитъ плотность равна 15,40. Это почти то же самое число, которое мы вычислили раньше. Но всетаки не совсѣмъ точно тоже самое.

Учитель. Это потому, что ты не совсѣмъ точно измѣрилъ. Ты нашелъ, что ребро куба равно 15 мм.; измѣрь-ка еще разъ!

Ученикъ. Да, оно немного короче.

Учитель. Измѣрь еще другія ребра!

Ученикъ Они не совсѣмъ равны.

Учитель. Ты видишь, что твое предыдущее измѣреніе было полно неточностей, поэтому и результатъ не можетъ быть вполнѣ точнымъ. Произвести очень точныя измѣренія вообще нелегкая вещь, такъ что мы пока удовлетворимся полученнымъ результатомъ; точное число есть 11,4.—Я оставлю тебѣ вѣсы и измѣрительные стаканы, и ты сможешь послѣ опредѣлить плотности различныхъ веществъ Но не забывай всегда тщательно удалять пузырьки возду-

ха, иначе объемъ тѣла получится большій (большій на объемъ, занимаемый пузырьками), чѣмъ въ дѣйствительности, а плотность— меньшая.

Ученикъ. Да, и я составлю таблицу плотностей для разныхъ веществъ. Что же мнѣ измѣрять?

Учитель. Лучше всего вещества изъ твоей коллекціи минераловъ.—Теперь еще вопросъ: имѣютъ ли жидкости также опредѣленную плотность?

Ученикъ. Я думаю, да, вѣдь вода имѣетъ плотность единицу.

Учитель. Вѣрно. Подумай-ка, какъ можно опредѣлить плотность жидкостей?

Ученикъ. Нужно опредѣлить ихъ объемъ и вѣсъ. Стой, я знаю. Нужно влить ихъ въ измѣрительный стаканчикъ и тогда можно измѣрить ихъ объемъ.

Учитель. А какъ ты опредѣлишь вѣсъ?

Ученикъ. Я могу сдѣлать такъ, какъ дѣлалъ съ дробью. Я свѣшу сначала бутылку въ которой находится жидкость, затѣмъ отолью оттуда часть жидкости въ измѣрительный стаканъ и опять свѣшу бутылку.

Учитель. Можно и такъ сдѣлать, но можно еще проще. Ты опредѣляешь разъ навсегда вѣсъ измѣрительнаго сосуда, вливаешь въ него жидкость и опять взвѣшиваешь; тогда тебѣ остается лишь вычесть вѣсъ измѣрительнаго сосуда.

Ученикъ. Тогда работы будетъ меньше.

Учитель. Ты можешь еще больше облегчить себѣ работу, если будешь измѣрять не какое-либо случайное количество жидкости, а опредѣленный объемъ ея. Конечно, съ твердыми тѣлами это неудобно, а съ жидкими можно сдѣлать очень просто, такъ какъ послѣднія могутъ вполнѣ заполнить данный объемъ. Если ты напримѣръ нальешь въ свой измѣрительный стаканъ 1 сст. и опредѣлишь вѣсъ, какое ты получишь уравненіе?

Ученикъ. Тогда $d = g : 1$, т. е. $d = g$, вѣсъ равенъ плотности.

Учитель. Видишь, тебѣ тогда совсѣмъ не приходится уже дѣлить. Поэтому и говорятъ иногда, что плотность равна вѣсу единицы объема. Это опредѣленіе не неправильно, но не такъ понятно, какъ обыкновенное; оттого я раньше и не упоминалъ о немъ.

Ученикъ. Я только что попробовалъ налить въ стаканъ 1 кст. воды; это очень трудно! Получается всегда слишкомъ много или слишкомъ мало.

Рис. 10.

Учитель. Налей немного больше, чѣмъ нужно и удали излишекъ при помощи узкой полоски пропускной бумаги. Этотъ кусочекъ бумаги впитываетъ такія незначительныя количества воды, что тебѣ легко будетъ достигнуть желаемаго уровня.

Ученикъ. Да, теперь хорошо.

Учитель. Еще удобнѣе это сдѣлать при помощи этой трубки, называемой пипеткой (фиг. 10). Это французское слово и обозначаетъ дудочку. Нижній конецъ трубки опускаютъ въ жидкость, а черезъ верхній всасываютъ до тѣхъ поръ, пока жидкость не станетъ выше намѣченной на верхней части пипетки черты. Тогда закрываютъ указательнымъ пальцемъ верхнее отверстіе, приставляютъ нижній конецъ трубки къ внутренней стѣнкѣ сосуда и, слегка пріоткрывая палецъ, выпускаютъ жидкость до тѣхъ поръ, пока уровень ея не понизится точно до черты.

Ученикъ. Но для взвѣшиванія я долженъ перелить жидкость въ другой сосудъ.

Учитель. Нѣтъ, ты можешь положить на вѣсы пипетку; при горизонтальномъ положеніи жидкость изъ нея не вытечетъ. Если ты разъ навсегда опредѣлилъ вѣсъ пустой пипетки, то тебѣ остается лишь отнять этотъ вѣсъ отъ общаго вѣса (т. е. отъ вѣса пипетки, наполненной водой), и ты получаешь вѣсъ одного кубическаго сантиметра или плотность. Еще проще будетъ дѣло, если ты сдѣлаешь изъ проволоки разновѣску, имѣющую такой же точно вѣсъ, какой имѣетъ пипетка. На языкѣ торговцевъ такая разновѣска называется тарой пипетки; тогда прибавленный къ ней вѣсъ представляетъ собой плотность.

Ученикъ. Я такъ и сдѣлаю.

Учитель. Тогда ты сможешь такимъ путемъ изслѣдовать различныя жидкости, какъ-то: спиртъ и соляной растворъ. Спиртъ окажется легче, а соляной растворъ тяжеле воды.

Ученикъ. Да; тогда я смогу составить таблицу плотностей разныхъ жидкостей.

Учитель. Ты знаешь теперь, какъ поступать съ твердыми и жидкими тѣлами; а какъ же быть съ газами?

Ученикъ. Развѣ нельзя опредѣлить ихъ вѣса и объема?

Учитель. Конечно, можно; но это не такъ легко. Во-первыхъ, вѣсъ большого объема воздуха очень малъ, 1 литръ воздуха вѣситъ

только немного больше 1 гр., какъ ты уже видѣлъ прежде. Затѣмъ объемъ газа сильно измѣняется при незначительномъ измѣненіи температуры и давленія. Поэтому получаются различныя значенія для плотности одного и того же газа, если опредѣленіе производится при различныхъ давленіяхъ и температурахъ.

Ученикъ. Но вѣдь то же самое будетъ съ твердыми тѣлами и жидкостями.

Учитель. Нѣтъ, измѣненія ихъ гораздо менѣе значительны, такъ что они принимаются въ разсчетъ лишь при болѣе точныхъ измѣреніяхъ.

Ученикъ. Какъ же поступаютъ съ газами?

Учитель. Это довольно хлопотливое дѣло; какъ это дѣлается, я объясню тебѣ позже. Теперь скажу лишь, что газы измѣряютъ при одной опредѣленной температурѣ и при одномъ опредѣленномъ давленіи, чѣмъ и устраняется вліяніе температуры и давленія.

Ученикъ. Я и не думалъ, что измѣреніе—такая запутанная вешь.

9. Состояніе веществъ (Formarten) [1].

Учитель. Сегодня мы не будемъ возвращаться къ тому, о чемъ мы говорили вчера, такъ какъ это было бы повтореніемъ того, что ты уже проходилъ въ другомъ мѣстѣ (въ физикѣ). Но вернемся къ тому, о чемъ мы говорили въ нашихъ прежнихъ бесѣдахъ. Ты познакомился съ двумя вполнѣ опредѣленными свойствами воды. Какому закону подчиняются таяніе льда и кипѣніе воды?

Ученикъ. И то, и другое наступаетъ при опредѣленной температурѣ.

Учитель. Конечно. Но не только вода, а всѣ тѣла, имѣютъ это свойство.

Ученикъ. Въ самомъ дѣлѣ всѣ?

[1]) Оствальдъ здѣсь, какъ и въ своей книгѣ: «Основы неорганической химіи», предлагаетъ новый терминъ Formart вмѣсто Aggregatzustand, ибо онъ находитъ, что этотъ послѣдній терминъ имѣетъ существенный недостатокъ: онъ выражаетъ взглядъ на строеніе тѣлъ, взглядъ, являющійся лишь предположеніемъ, а не результатомъ опыта. Предположеніе это состоитъ въ томъ, что тѣла составлены изъ очень мелкихъ частицъ, и что отъ характеръ этого сложенія или «аггрегаціи» зависятъ свойства твердаго, жидкаго и газообразнаго состоянія. Терминъ Formart удобнѣе всего, мнѣ кажется, передать словомъ «состояніе» безъ прибавленія «аггрегатное», какъ это и сдѣлано переводчикомъ книги «Основы неорганической химіи». Ред.

Учитель. Всѣ вещества, которыя представляютъ собою дѣйствительно чистыя вещества. Напротивъ, смѣси и растворы имѣютъ измѣнчивыя температуры плавленія и кипѣнія.

Ученикъ. Какъ это измѣнчивыя?

Учитель. Если мы доводимъ растворъ до кипѣнія, то температура во время кипѣнія не остается постоянной, какъ при чистыхъ веществахъ, но медленно поднимается, по мѣрѣ того какъ уходитъ паръ. Равнымъ образомъ, хотя плавленіе какой нибудь смѣси и начинается при опредѣленной температурѣ; но послѣдняя не остается постоянной при дальнѣйшемъ нагрѣваніи, а повышается по мѣрѣ того, какъ все большая и большая часть смѣси обращается въ жидкость.

Ученикъ. Могу ли я увидѣть это?

Учитель. Позже; а пока мы остановимся на чистыхъ веществахъ. Ты видѣлъ, что жидкую воду можно превратить въ твердый ледъ и газообразный паръ. Знаешь ли ты, какъ называются эти различныя состоянія?

Ученикъ. Да, они называются аггрегатными состояніями.

Учитель. Такъ; но что означаетъ это названіе?

Ученикъ. Aggregare значитъ собирать; но я не знаю, причемъ здѣсь жидкость или паръ.

Учитель. Это названіе дано было потому, что, какъ предполагаютъ, всѣ тѣла состоятъ изъ маленькихъ частицъ, которыя различнымъ образомъ располагаются другъ возлѣ друга. Эти частицы называютъ атомами. Въ зависимости отъ того, находятся ли атомы ближе или дальше другъ отъ друга, они образуютъ твердыя, жидкія или газообразныя тѣла.

Ученикъ. Можно ли видѣть эти атомы въ лупу?

Учитель. Нѣтъ, они не видимы даже въ сильнѣйшій микроскопъ Поэтому принимаютъ, что онѣ меньше даже самыхъ мельчайшихъ, видимыхъ въ микроскопѣ, предметовъ.

Ученикъ. Но они въ самомъ дѣлѣ есть тамъ?

Учитель. За это я не могу ручаться; доказательства ихъ существованія не имѣется.

Ученикъ. Какъ же можно сказать, что отъ нихъ зависитъ то, будетъ ли тѣло твердымъ или жидкимъ?

Учитель. Во многихъ случаяхъ дѣйствительныя тѣла обнаруживаютъ такія же свойства, какія обнаруживали бы собранія атомовъ. если бы они существовали. Такимъ образомъ если допустить, что тѣла состоятъ изъ атомовъ, то отсюда можно вывести, что тѣла должны обладать такими свойствами, какими они дѣйствительно обладаютъ.

Ученикъ. Однако это сложно. Почему не сказать просто: тѣла имѣютъ такія-то и такія-то свойства, и кончено!

Учитель. Потому что изъ предположенія о существованіи атомовъ мы выводимъ много различныхъ заключеній, которыя согласуются съ дѣйствительностью. Такое предположеніе называется гипотезой.

Ученикъ. Я не понимаю все таки для чего намъ эта гипотеза, если нельзя доказать, что она вѣрна.

Учитель. Гипотеза служитъ для того, чтобы легче запоминать существующія въ дѣйствительности отношенія. Если тебѣ нужно запомнить три имени—Альфредъ, Антонъ и Артуръ, тебѣ удастся это легче, разъ ты замѣтишь себѣ, что всѣ они начинаются буквой А. Затѣмъ гипотеза служитъ намъ побужденіемъ къ изслѣдованію. Мы начинаемъ соображать, напр., какими свойствами должна обладать группа атомовъ при опредѣленныхъ обстоятельствахъ, и наблюдаемъ дѣйствительно ли тѣла обладаютъ такими свойствами.

Ученикъ. И они всегда обладаютъ такими именно свойствами?

Учитель. Нѣтъ, къ сожалѣнію, невсегда.

Ученикъ. Слѣдовательно, всякій разъ, когда мы дѣлаемъ такое заключеніе, намъ нужно прежде всего посмотрѣть, правильно ли оно.

Учитель. Конечно. Но гипотеза все таки заставляетъ насъ ставить природѣ опредѣленные вопросы и дѣлать соотвѣтствующіе опыты или наблюденія. Такимъ образомъ наши познанія возрастаютъ, а это во всякомъ случаѣ полезно.

Ученикъ. А если то, что есть на самомъ дѣлѣ, не согласуется съ гипотезой?

Учитель. Тогда остается лишь надежда на то, что противорѣчіе когда нибудь позже разъяснится.

Ученикъ. Но вѣдь это совсѣмъ ненадежная вещь!

Учитель. Такъ; но мы пользуемся все таки гипотезой ради той пользы, которую она оказываетъ въ дѣлѣ изученія и изслѣдованія.

Ученикъ. Развѣ нельзя было обойтись безъ нея?

Учитель. Конечно можно было бы. Но люди такъ теперь свыклись съ многими гипотезами, между прочимъ и съ атомной гипотезой, что они испытали бы большія неудобства, если бы имъ пришлось отказаться отъ этихъ гипотезъ и разсматривать различныя явленія безъ ихъ помощи. Поэтому они и не хотятъ отказаться.

Ученикъ. Тогда объясни мнѣ, какимъ образомъ твердыя, жидкія и газообразныя тѣла составлены изъ атомовъ?

Учитель. Если бы я вздумалъ на этомъ вопросѣ выяснить тебѣ пользу атомной гипотезы, я былъ бы поставленъ въ большое затрудненіе, такъ какъ представленіе о строеніи тѣлъ изъ атомовъ до сихъ поръ еще очень не совершенно. Но намъ нѣтъ нужды останавливаться на немъ теперь; я упомянулъ объ атомахъ лишь для того, чтобы указать на происхожденіе названія—аггрегатныя состоянія. Я предпочитаю разсматривать отношенія между твердыми, жидкими и газообразными веществами непосредственно, безъ помощи гипотезы; поэтому вмѣсто того, чтобы употреблять слово аггрегатныя состоянія я буду говорить просто состоянія.—Теперь скажи мнѣ, каковы отличительныя признаки твердаго тѣла по отношенію къ его формѣ или внѣшнему виду [1]).

Ученикъ. Ничего особеннаго я не могу объ этомъ сказать—можно твердое тѣло разбить или разрѣзать или согнуть—.

Учитель. А если оно остается въ покоѣ?

Ученикъ. Тогда оно сохраняетъ свою форму.

Учитель. Вѣрно. Думалъ ли ты когда нибудь о томъ, какъ это важно?

Ученикъ. Я ничего особенно важнаго въ этомъ не вижу. Иногда это даже очень неудобно; напр., когда нужно разломать слишкомъ большой кусокъ сахару.

Учитель. Подумай, что было бы, если бы камни и балки этого дома вздумали измѣнять свою форму: въ каждое мгновеніе домъ могъ бы разрушиться. Мы не могли бы также пользоваться нашей посудой: ножемъ нельзя было бы рѣзать, если бы лезвіе его не сохраняло своей формы; молоко, которое ты пьешь по утрамъ, не сохранялось бы въ кувшинѣ, если бы форма послѣдняго была измѣнчива.

Ученикъ. Да, теперь я вижу, нельзя и сказать, что было бы; весь міръ распался бы.

Учитель. Теперь ты, повидимому, началъ понимать. Всѣ ли тѣла имѣютъ свойство сохранять свою форму? Вода, напр., сохраняетъ ли свою форму?

Ученикъ. Нѣтъ, вода не сохраняетъ своей формы; воду можно влить въ какой угодно сосудъ.

---

[1]) Въ виду того, что я считаю наиболѣе удобнымъ для русскаго читателя слово Formart передать словомъ состояніе, пришлось нѣсколько измѣнить при переводѣ данное мѣсто подлинника. Въ оригиналѣ сказано: «я буду говорить о Fotmarten; Ученикъ: что означаетъ это названіе? Учитель. Оно указываетъ на важнѣйшія различія между этими состояніями. Теперь скажи мнѣ... Ред.

Учитель. Вода ли только обладаетъ такимъ свойствомъ?

Ученикъ. Нѣтъ, всѣ жидкія тѣла таковы. Теперь я понялъ, какое здѣсь важное различіе. Но почему же какъ разъ твердыя тѣла сохраняютъ свою форму?

Учитель. Вопросъ неудачно поставленъ, какъ ты узнаешь, что какое либо тѣло твердо?

Ученикъ. Я его трогаю....

Учитель.. И убѣждаешься, что оно сохраняетъ свою форму. Твердость и есть названіе общаго многимъ тѣламъ свойства сохранять свою форму.

Ученикъ. Но вѣдь это должно имѣть свою причину.

Учитель. Я тебя не понимаю.

Ученикъ. Почему, напримѣръ, этотъ кусокъ серебра не жидкій?

Учитель. Если ты достаточно нагрѣешь его, онъ расплавится и также станетъ жидкимъ. Здѣсь у меня кусокъ тонкой серебряной проволоки; если я буду держать ее на огнѣ, она станетъ жидкой и на концѣ ея образуется капля. Вотъ капля падаетъ.

Ученикъ. Да, правда!

Учитель. Будетъ ли тѣло твердымъ или жидкимъ, это зависитъ только отъ его температуры: ниже точки плавленія тѣло остается твердымъ, выше ея оно остается жидкимъ.

Ученикъ. Такъ бываетъ со всѣми тѣлами?

Учитель. Да.

Ученикъ. Значитъ, можно всякое жидкое тѣло охлажденіемъ превратить въ твердое, а всякое твердое нагрѣваніемъ—въ жидкое?

Учитель. Совершенно вѣрно. Но существуютъ жидкости, которыхъ точка затвердѣванія лежитъ очень низко, и твердыя тѣла, которыхъ точка плавленія лежитъ очень высоко. Точки плавленія и затвердѣванія лежатъ во всѣхъ областяхъ температуры.

Ученикъ. Чѣмъ опредѣляются эти температуры?

Учитель. Вопросъ опять поставленъ неудачно. Можно лишь спросить: съ чѣмъ онѣ связаны? Это все равно, какъ если бы ты захотѣлъ спросить: почему существуютъ верблюды? Тогда какъ можно только спросить: какими свойствами обладаютъ эти животныя и какъ ихъ свойства относятся къ свойствамъ другихъ животныхъ? Точки плавленія суть явленія природы и обнаруживаютъ нѣкоторыя опредѣленныя отношенія къ другимъ явленіямъ.

Ученикъ. Какія это отношенія?

Учитель. Если бы я вздумалъ дать тебѣ отвѣтъ на этотъ вопросъ, ты бы не понялъ меня, такъ какъ для пониманія тебѣ необходимо раньше познакомиться съ этими другими явленіями.

Ученикъ. Да, это правда. Нужно прежде узнать довольно много различныхъ свойствъ, для того чтобы открыть отношенія между ними.

Учитель. Вѣрно; значитъ, мы должны начать нашу работу съ того, чтобы сначала просто собирать факты, описывать ихъ, затѣмъ сравнивать ихъ другъ съ другомъ, для того чтобы можно было найти въ чемъ онѣ другъ съ другомъ согласуются. Такимъ путемъ открываются законы природы.

Ученикъ. Я совсѣмъ иначе объ этомъ думалъ. Я думалъ, что они сами собой приходятъ на умъ какому нибудь очень умному человѣку.

Учитель. Само собой вообще ничто не совершается. Подумай-ка: законъ природы говоритъ намъ о томъ, какъ извѣстныя вещи относятся при опредѣленныхъ условіяхъ. Но чтобы быть въ состояніи высказать что либо подобное, необходимо раньше изучить эти вещи при этихъ условіяхъ, и кто съ ними не познакомился, тотъ ничего не можетъ сдѣлать.

Ученикъ. Это конечно такъ; но тогда всѣ люди могли бы открывать законы?

Учитель. Могли бы, если бы они открыли въ вещахъ такія отношенія, которыя недостаточно изслѣдованы. Но это довольно трудно, потому что обычныя и доступныя отношенія вещей большей частью уже обслѣдованы, а для того чтобы найти не обслѣдованныя еще области и ихъ изслѣдовать, необходимо обладать такими точными знаніями, которыя нелегко пріобрѣтаются. Напримѣръ, ты очень легко могъ бы открыть сѣверный полюсъ, если бы ты попалъ туда; трудность не въ томъ, чтобы увидѣть сѣверный полюсъ, а въ томъ, чтобы достигнуть того мѣста, съ котораго его можно увидѣть.

Ученикъ. Въ такомъ случаѣ я буду прилежно учиться; быть можетъ, и мнѣ удастся послѣ что нибудь открыть.

Учитель. Учись; тогда ты можешь надѣяться.—Вернемся однако къ нашему предмету. Ты понялъ теперь какой смыслъ имѣютъ выраженія: состояніе твердое, жидкое, газообразное.

Ученикъ. Да, твердыя тѣла имѣютъ форму, жидкости же не имѣютъ ея.

Учитель. Это въ извѣстной мѣрѣ правильно. Ну, а какъ же обстоитъ дѣло съ газами?

Ученикъ. Они также не имѣютъ формы.

Учитель. Чѣмъ же они отличаются отъ жидкостей?

Ученикъ. Они гораздо легче и менѣе плотны.

Учитель. Хотя это и вѣрно, однако не въ этомъ суть. Если я вливаю немного жидкости въ пустой сосудъ, то жидкость опускается на дно и, соотвѣтственно количеству ея, заполняетъ большую или меньшую часть сосуда; если же я ввожу въ пустой сосудъ немного газа, что тогда происходитъ?

Ученикъ. Я этого не знаю; вѣдь газа нельзя видѣть.

Учитель. Онъ заполняетъ весь сосудъ, все равно—много или мало его взято.

Ученикъ. Это удивительно; какъ можно въ этомъ убѣдиться?

Учитель. Въ какой либо данный сосудъ можно влить лишь опредѣленное количество какой нибудь жидкости, и именно столько, сколько позволитъ внутренній объемъ сосуда. Если жидкости влито меньше....

Ученикъ. То часть сосуда останется пустой.

Учитель. Правильно; если пожелаютъ влить больше, то это не удастся, такъ какъ жидкости не сжимаются (правильнѣе сжимаются чрезвычайно мало). Съ газами же дѣло обстоитъ иначе; въ данный объемъ можно ввести очень большія количества газа и кромѣ того всегда возможно эти количества немного увеличить.

Ученикъ. Это можно сдѣлатъ безъ затрудненія?

Учитель. Нѣтъ, для этого необходимо все большее и большее давленіе. Мы скоро познакомимся поближе съ этимъ предметомъ. Пока для насъ важно замѣтить различіе между жидкими и газообразными тѣлами; жидкости не имѣютъ опредѣленныхъ формъ, но онѣ занимаютъ опредѣленныя пространства или опредѣленные объемы, которые остаются неизмѣнными, какую бы форму мы имъ ни придавали. Такъ, литръ петролеума остается литромъ (не уменьшается и не увеличивается), въ какомъ бы сосудѣ онъ ни содержался.

Ученикъ. А газы?

Учитель. Газы не имѣютъ опредѣленной формы и не занимаютъ опредѣленнаго объема; они распространяются во всякомъ доступномъ имъ пространствѣ до тѣхъ поръ, пока совершенно не заполнятъ его Жидкости принимаютъ форму сосудовъ въ той мѣрѣ, въ какой онѣ заполняютъ эти сосуды, другими словами, они принимаютъ форму лишь той части сосуда, которую наполняютъ. Газы же вполнѣ принимаютъ форму сосудовъ, такъ какъ они цѣликомъ ихъ заполняютъ.

Ученикъ. Значитъ подъ состояніями тѣлъ мы подразумѣваемъ тѣ способы, какими тѣла принимаютъ свои формы?

Учитель. Можно это и такъ понимать *).

10. Горѣніе.

Учитель. Теперь ты ближе познакомился со всѣми тремя состояніями тѣлъ, и можешь уже лучше себѣ представить, что почти всѣ тѣла извѣстны намъ въ этихъ трехъ состояніяхъ.

Ученикъ. Почему же не всѣ тѣла?

Учитель. Потому что для однихъ тѣлъ точка плавленія или кипѣнія лежитъ такъ высоко, а для другихъ тѣлъ точка застыванія лежитъ такъ низко, что не удалось достигнуть этихъ точекъ.

Ученикъ. Скажи, пожалуйста—я давно хотѣлъ спросить тебя объ этомъ—превращеніе изъ одного состоянія въ другое есть химическое или физическое явленіе?

Учитель. Ты знаешь, что дѣленіе на явленія физическія и химическія довольно произвольно. Если мы будемъ считать, какъ мы это дѣлали раньше, признакомъ химическаго явленія то обстоятельство, что при этомъ большая часть свойствъ вещества измѣняется, то и измѣненія состоянія мы должны будемъ назвать химическими процессами.

Ученикъ. Но вѣдь о кипѣніи и плавленіи говорится также на урокахъ физики; слѣдовательно, они относятся къ физикѣ.

Учитель. Ледъ также легко обращается въ воду, какъ и вода въ ледъ. Между тѣмъ, какъ при химическихъ превращеніяхъ изъ двухъ противоположныхъ процессовъ легко вызвать одинъ какой нибудь, а другой, ему противоположный, происходитъ большей частью съ большимъ трудомъ. Вслѣдствіе этого различія измѣненія состоянія не считались раньше химическими явленіями.

Ученикъ. Ты говоришь раньше, а теперь развѣ иначе?

Учитель. Теперь извѣстно, что многіе процессы, которые называются вообще химическими, могутъ происходить въ двухъ про-

---

*) Здѣсь опять въ виду того, что слово Formart въ переводѣ замѣнено словомъ состояніе, пришлось сдѣлать нѣкоторыя измѣненія въ текстѣ. Такъ послѣ словъ: «пока совершенно не заполнятъ его» ученикъ спрашиваетъ: «тогда названіе Formart не подходитъ для газовъ, и учитель отвѣчаетъ: «нѣтъ подходитъ. Жидкости принимаютъ форму сосудовъ....» Затѣмъ вопросъ ученика: «значитъ подъ состояніями тѣлъ...» по нѣмецки выраженъ такъ: «Also Formart ist die Art, wie Körper Formen annehemen». Ред.

тивоположныхъ направленіяхъ и при этомъ подчиняются тѣмъ же самымъ законамъ, что и переходъ изъ одного состоянія въ другое. —Обратимся однако къ такимъ явленіямъ, которыя уже съ давнихъ поръ называются химическими. Наблюдалъ ли ты когда нибудь горѣніе свѣчи? Да? Опиши же мнѣ, что ты при этомъ замѣчаешь?

Ученикъ. Когда мы зажигаемъ свѣчу, то она горитъ, пока не сгоритъ вся, и во все время горѣнія она имѣетъ горячее и свѣтлое пламя.

Учитель. Вѣрно. Что нужно для горѣнія?

Ученикъ. Свѣча!

Учитель. Больше ничего?

Ученикъ. Не знаю.

Учитель. Когда мы опускаемъ зажженную свѣчу въ воду...

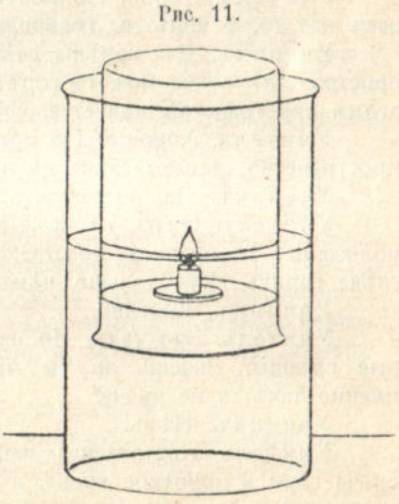
Ученикъ. Она тухнетъ.

Учитель. Почему? Что измѣнилось теперь?

Ученикъ. Она не имѣетъ больше воздуха.

Учитель. Такъ; значитъ для горѣнія нужны **свѣча** и **воздухъ**? Я хочу теперь показать тебѣ, что свѣча можетъ горѣть и подъ водой, если только она погружена въ нее вмѣстѣ съ воздухомъ. Я опускаю деревянную дощечку въ этотъ большой сосудъ съ водой, ставлю на дощечку горящую свѣчу, накрываю ее опрокинутымъ стаканомъ и все это погружаю въ воду. Свѣча продолжаетъ горѣть (фиг. 11).

Рис. 11.



Ученикъ. О, это ловко. Пожалуйста, еще немного подержи такъ стаканъ. А, вотъ пламя потухло. Навѣрно, на свѣтильню попало немного воды.

Учитель. Повторимъ опытъ и постараемся держать стаканъ спокойно.

Ученикъ. Пламя опять потухаетъ, черезъ нѣкоторое время.

Учитель. Измѣнимъ теперь опытъ. Я ставлю свѣчу не на воду, а просто на столъ, на гладкую стеклянную пластинку и плотно накрываю ее стаканомъ.

Ученикъ. Пламя опять тухнетъ.

Учитель. Что же ты можешь вывести изъ этихъ опытовъ?

Ученикъ. Что въ стаканѣ свѣча не можетъ долго горѣть.

Учитель. Это не совсѣмъ правильно. Я ставлю стаканъ прямо (не вверхъ дномъ) и опускаю въ него свѣчу. Ты видишь, хотя свѣча горитъ неровно, однако она не тухнетъ.

Ученикъ. Закрой чѣмъ нибудь стаканъ! Можно мнѣ это сдѣлать? Смотри, пламя потухло.

Учитель. Что говоритъ намъ этотъ опытъ?

Ученикъ. Въ закрытомъ стаканѣ свѣча горитъ недолго.

Учитель. Необходимо долженъ быть стаканъ?

Ученикъ. Я не думаю.

Учитель. Можно обойтись и безъ стакана. Свѣча, какъ ты знаешь, тухнетъ также въ гасильникѣ, а онъ дѣлается изъ металла. Но почему свѣча горитъ въ фонарѣ?

Ученикъ. Потому что фонарь имѣетъ отверстія.

Учитель. Что же изъ этого?

Ученикъ. Черезъ эти отверстія притекаетъ свѣжій воздухъ, а потребленный выходитъ черезъ вытяжное отверстіе.

Учитель. Вѣрно. Попробуй же сказать въ нѣсколькихъ словахъ все то, о чемъ мы говорили до сихъ поръ.

Ученикъ. Для горѣнія свѣчи нуженъ воздухъ. Въ закрытомъ пространствѣ свѣча можетъ горѣть короткое время. Если воздухъ въ этомъ пространствѣ мѣняется, свѣча можетъ горѣть долго.

Учитель. Хорошо. Но вотъ эта комната тоже вѣдь закрытое пространство, однако свѣча въ ней цѣликомъ сгораетъ.

Ученикъ. Да, потому что это пространство велико.

Учитель. Опять ты незамѣтно для себя дѣлаешь одно предположеніе. Ты значитъ полагаешь, что въ закрытомъ пространствѣ свѣча горитъ тѣмъ дольше, чѣмъ пространство больше?

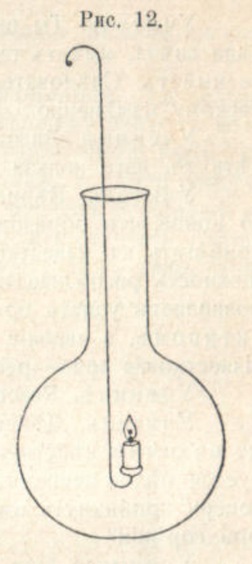
Ученикъ. Конечно.

Учитель. Это такъ. Но изъ этого вытекаютъ дальнѣйшіе важные выводы. Знаешь ли ты причину, почему дѣло происходитъ именно такъ, а не иначе?

Ученикъ. Нѣтъ.

Учитель. Постараемся найти ее путемъ сравненія. Короткая свѣча горитъ короткое время, а длинная свѣча горитъ долго. Почему это?

Ученикъ. Потому что при горѣніи свѣча уничтожается.—А воздухъ при этомъ тоже уничтожается?


Рис. 12.

Учитель. Посмотри-ка. Я прикрѣпляю зажженную свѣчу къ проволокѣ и опускаю ее въ бутылку (фиг. 12). Послѣ того, какъ свѣча погасла, я осторожно вынимаю ее и снова зажигаю. Когда я опять вношу ее въ бутылку...

Ученикъ. Она сейчасъ же тухнетъ!

Учитель. Изъ этого вытекаетъ, что въ бутылкѣ нѣтъ больше воздуха.

Ученикъ. Какъ это? Тамъ есть еще...

Учитель. Это уже не воздухъ Воздухъ имѣетъ то свойство, что свѣча можетъ въ немъ горѣть. То же, что находится теперь въ бутылкѣ, не имѣетъ этого свойства.

Ученикъ. Но оно выглядитъ совсѣмъ такъ, какъ воздухъ.

Учитель. Да конечно, ибо то, что находится теперь въ бутылкѣ, есть безцвѣтный газъ, какъ и воздухъ, но все же это не то, что мы называемъ воздухомъ. Съ воздухомъ, который былъ въ бутылкѣ произошло химическое измѣненіе и онъ пріобрѣлъ другія свойства.

Ученикъ. Другія свойства? Да, свѣча уже не горитъ въ немъ. Но больше никакихъ другихъ свойствъ я не вижу.

Учитель. Это зависитъ оттого, что почти всѣ газы очень похожи другъ на друга. Различія въ ихъ свойствахъ обнаруживаются только при болѣе точномъ изслѣдованіи.—Въ этой большой бутылкѣ я взболталъ съ водой немного обыкновенной извести и далъ отстояться. Значительная часть извести осѣла на дно, а небольшая часть ея растворилась въ водѣ. Вода тоже повидимому не измѣнила своихъ свойствъ, она имѣетъ тотъ же внѣшній видъ. Однако она измѣнилась. Попробуй-ка!

Ученикъ. Фу; какъ мыло! Это не ядовито?

Учитель. Нѣтъ. Я сливаю известковой воды въ бутылку, которая содержитъ обыкновенный воздухъ, и взбалтываю. Что ты видишь?

Ученикъ. Ничего особеннаго.

Учитель. Известковая вода осталась безъ измѣненія. Теперь я продѣлаю тоже самое съ бутылкой, въ которой горѣла свѣча.

Ученикъ. Вода стала совсѣмъ какъ молоко!

Учитель. Ты видишь значитъ, что газъ въ бутылкѣ, гдѣ горѣла свѣча, имѣетъ такое свойство, котораго обыкновенный воздухъ не имѣетъ. Слѣдовательно, воздухъ дѣйствительно подвергся химическому измѣненію.

Ученикъ. Значитъ съ помощью известковой воды можно увидѣть то, чего нельзя видѣть глазами!

Учитель. Вѣрно; если бы мы непосредственно могли увидѣть то новое, что образовалось въ воздухѣ, мы не должны были бы прибѣгать къ известковой водѣ. Такое вещество, которое даетъ возможность распознавать что-либо существующее, или, иначе говоря, позволяетъ узнать присутствіе извѣстныхъ веществъ называется реактивомъ, а явленіе которое оно вызываетъ называется реакціей. Известковая вода—реактивъ, а молочное помутнѣніе въ ней—реакція.

Ученикъ. Reactio—значитъ противодѣйствіе.

Учитель. Дѣйствительно, измѣненный воздухъ и известковая вода взаимно дѣйствуютъ другъ на друга, и вслѣдствіе этого образуется бѣлое вещество, которое дѣлаетъ воду мутной. Попытаемся теперь проникнуть въ это дѣло поглубже. Что дѣлается со свѣчей при горѣніи?

Ученикъ. Она исчезаетъ.

Учитель. Ты думаешь, что она совершенно исчезаетъ?

Ученикъ. Да, вѣдь отъ нея ничего не остается.

Учитель. Но когда пропадаетъ твоя книга или яблоко, ты вѣдь спрашиваешь, куда онѣ дѣлись. То же самое ты спрашиваешь и относительно всѣхъ другихъ вещей.

Ученикъ. Да, но они не могутъ исчезнуть!

Учитель. А свѣча?

Ученикъ. Гм! но куда же она дѣлась? Вѣдь она дѣйствительно исчезаетъ на моихъ глазахъ.

Учитель. Да, она становится невидимой. Не можетъ ли она превратиться во что нибудь невидимое?

Ученикъ. Невидимаго не существуетъ.

Учитель. Ого!

Ученикъ. Да; никакихъ духовъ и привидѣній нѣтъ.

Учитель. Ну а воздухъ ты можешь видѣть?

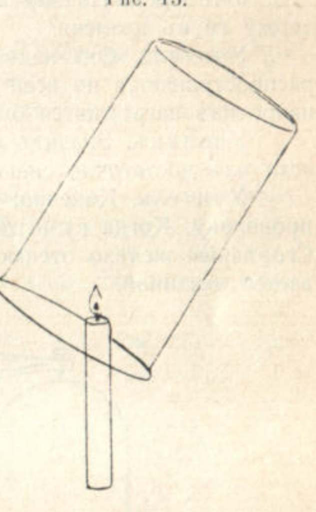
Ученикъ. Нѣтъ. Но воздухъ при горѣніи въ самомъ дѣлѣ вѣдь измѣняется. Я не могу тутъ выпутаться.

Учитель. Однако это просто. Свѣча и воздухъ измѣняются при горѣніи, причемъ образуются газообразныя вещества, которыя, поэтому, не могутъ быть видимы.

Ученикъ. Газообразныя вещества, которыя отличаются отъ воздуха?

Учитель. Да; здѣсь, я вижу, ты затрудняешься. Ты знаешь однако, что многія жидкости походятъ по внѣшнему виду на воду, и однако онѣ не вода. Точно также существуютъ многіе газы, которыя походятъ на воздухъ, но они—не воздухъ, а нѣчто совсѣмъ другое. Это обстоятельство было въ прежнія времена большимъ затрудненіемъ для химиковъ, пока они не научились отличать различные газы другъ отъ друга по такимъ признакамъ, какъ напр. отношеніе къ известковой водѣ.—Продѣлаемъ теперь еще нѣкоторые опыты. Я опять зажигаю свѣчу и держу надъ ней большой пустой стаканъ (фиг. 13). Что ты видишь?

Рис. 13.



Ученикъ. Стаканъ тускнѣетъ, какъ если бы кто нибудь подулъ на него.

Учитель. А отчего стаканъ тускнѣетъ, когда дуешь на него?

Ученикъ. Это я знаю: это капельки воды, которыя садятся на холодное стекло, когда мы на него дышемъ.

Учитель. Такъ. Въ этомъ стаканѣ также осѣли водяныя капельки.

Ученикъ. Какъ они сюда попали?

Учитель. При горѣніи свѣча частью превращается въ воду.

Ученикъ. Это удивительно; я бы никогда этого не подумалъ! Но не вода же дѣлаетъ известковую воду мутной?

Учитель. Нѣтъ, вода этого не дѣлаетъ. Когда свѣча сгораетъ, образуются два новыхъ вещества. Одно изъ нихъ вода, а другое это—то вещество, которое производитъ муть въ известковой водѣ.

Ученикъ. Какъ оно называется?

Учитель. Двуокись углерода.

Ученикъ. Смѣшное названіе; что оно означаетъ?

Учитель. Ты узнаешь это позже.

Ученикъ. Ну, теперь все дѣло стало еще больше запутаннымъ!

Учитель. Ты правъ; изслѣдуемъ сначала болѣе простой случай; если ты поймешь его, ты поймешь и другіе случаи. Будемъ сжигать желѣзо.

Ученикъ. А развѣ это можно?

Учитель. Очень легко. Ты знаешь, что такое желѣзные опилки?

Ученикъ. Да, это очень маленькія стружки желѣза, которыя образуются при работѣ напильникомъ.

Учитель. Я бросаю немного такихъ опилокъ въ пламя...

Ученикъ. Какъ красиво! Настоящія звѣздочки!

Учитель. Это горящее желѣзо.

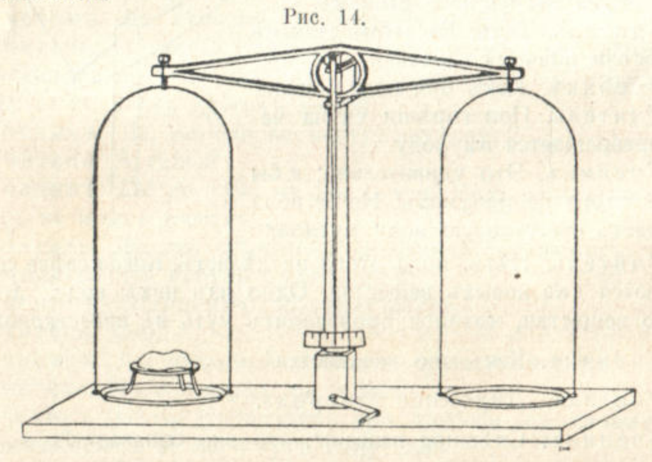
Ученикъ. Почему же не горитъ желѣзная проволока, когда я держу ее въ пламени?

Учитель. Она недостаточно нагрѣвается, такъ какъ теплота распространяется по всей проволокѣ. Маленькія же частицы желѣза напротивъ нагрѣваются быстро, и не теряютъ теплоты.

Ученикъ. Значитъ и большіе куски желѣза должны горѣть, если ихъ достаточно сильно нагрѣть.

Учитель. Конечно; позже мы сами будемъ сжигать желѣзную проволоку. Когда кузнецъ раскаляетъ желѣзо, оно также горитъ. Сгорѣвшее желѣзо отскакиваетъ при ударахъ молотомъ; оно называется окалиной.

Рис. 14.



Ученикъ. Но при этомъ не видно никакого пламени.

Учитель. Горѣніе бываетъ и безъ пламени. И звѣздочки, которыя образовались при горѣніи опилокъ, тоже не были пламе-

немъ. Мы продѣлаемъ сейчасъ слѣдующій опытъ. Вотъ здѣсь у меня черный порошокъ, это то же желѣзо, но только еще мельче раздробленное, чѣмъ обыкновенные желѣзные опилки. Я ставлю на вѣсы небольшой проволочный треножникъ, кладу на него проволочную сѣтку, насыпаю на нее желѣзный порошокъ (фиг. 14) и уравновѣшиваю. Затѣмъ я нагрѣваю пламенемъ одинъ какой нибудь край насыпаннаго въ кучу порошка; онъ начинаетъ горѣть.

Ученикъ. Я вижу только, что онъ тлѣетъ.

Учитель. Такъ горитъ желѣзный порошокъ. Да и деревянный уголь только накаливается и тлѣетъ, когда горитъ.

Ученикъ. Это вѣрно. Но зачѣмъ ты поставилъ все это на вѣсы?

Учитель. Ты сейчасъ увидишь зачѣмъ. Какъ ты думаешь, при горѣніи желѣзо становится лече или тяжеле?

Ученикъ. Я думаю, что легче. Чашка вѣсовъ съ желѣзнымъ порошкомъ должна подняться.

Учитель. Смотри!

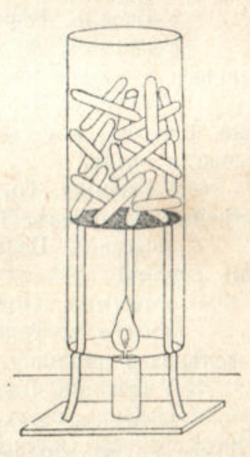
Ученикъ. Она опускается! Можетъ быть это отъ сквозного вѣтра.—Нѣтъ она становится все тяжеле. Ну это странно.

Учитель. Почему?

Ученикъ. Выходитъ, что при горѣніи вещи дѣлаются иногда легче, иногда тяжеле.

Учитель. То, что образуется при сгораніи свѣчи, улетучивается, а то, что образуется при сгораніи желѣза, остается на вѣсахъ. А разъ оно остается, то вѣсъ всегда будетъ увеличиваться.

Рис. 15.



Ученикъ. То же самое будетъ и со свѣчей? Я бы хотѣлъ это видѣть.

Учитель. Для этого нужно только удержать то, что образуется при горѣніи свѣчи, т. е. воду и двуокись углерода.

Ученикъ. Это должно быть довольно трудно.

Учитель. Не очень. Есть одно вещество, которое называется ѣдкимъ натромъ и которое имѣетъ свойство поглощать самые незначительные слѣды воды и двуокиси углерода. Кусками ѣдкаго натра я наполняю верхнюю часть стекла отъ лампы и помѣщаю его надъ горящей свѣчей (фиг 15),

все это вмѣстѣ ставлю на чашку вѣсовъ и уравновѣшиваю. Намъ не приходится долго ждать.

Ученикъ. Да, чашка вѣсовъ со свѣчей начинаетъ опускаться.

Учитель. И опускается тѣмъ ниже, чѣмъ больше сгораетъ свѣча.

Ученикъ. Тоже самое происходитъ со всѣми горючими веществами?

Учитель. Да, ты можешь вмѣсто свѣчи сжигать подъ стекломъ съ ѣдкимъ натромъ масло, керосинъ, сѣру или что тебѣ угодно. И всегда ты замѣтишь уменьшеніе вѣса.

11. Кислородъ.

Учитель. Что ты узналъ въ послѣдній разъ?

Ученикъ. Что при горѣніи всѣ тѣла становятся тяжеле.

Учитель. Это не совсѣмъ точно. Вспомни о свѣчѣ!

Ученикъ. При горѣніи всѣ тѣла становятся тяжеле, если прибавить къ нимъ то, что образуется при этомъ.

Учитель. Вспомни опять о свѣчѣ! Что будетъ, когда она вся сгоритъ?

Ученикъ. А, да! То, что образуется при горѣніи тѣлъ, тяжеле, чѣмъ самыя тѣла.

Учитель. Вѣрно.

Ученикъ. А можно сжечь желѣзо такимъ образомъ, чтобы ничего отъ него не осталось?

Учитель. Чтобы не осталось совершенно желѣза — возможно. Взгляни, что сталось съ желѣзнымъ порошкомъ, который мы сожгли вчера.

Ученикъ. То, что получилось, почти совсѣмъ похоже на желѣзный порошекъ. Только онъ спекся.

Учитель. Возьми немного этой спекшейся массы и разотри въ ступкѣ!

Ученикъ. Получается черный порошекъ.

Учитель. Теперь вычисти ступку и разотри въ немъ немного желѣзнаго порошку.

Ученикъ. Блеститъ,—какъ желѣзо.

Учитель. Видишь теперь разницу. Сгорѣвшее желѣзо уже болѣе не желѣзо, но вещество съ другими свойствами; желѣзо исчезло точно также, какъ исчезла горѣвшая свѣча.

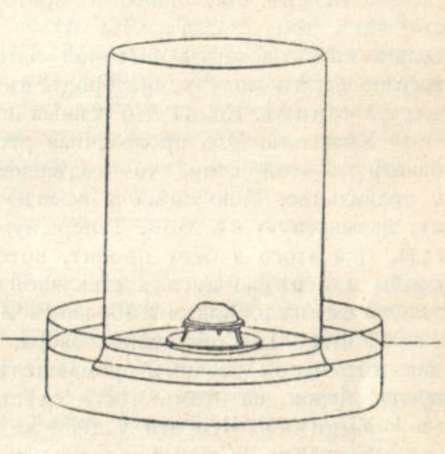
Ученикъ. А воздухъ, который способствовалъ горѣнію?

Учитель. Съ нимъ произошло тоже самое, что съ желѣзомъ. Какъ твердое тѣло—желѣзо—перешло въ твердое тѣло—окалину,—такъ исчезнувшая при горѣніи свѣчи часть воздуха перешла въ другой газъ.

Ученикъ. А при горѣніи желѣза образовался также другой газъ?

Учитель. Нѣтъ.

Рис. 16.



Ученикъ. Значитъ, когда желѣзо сгораетъ, долженъ исчезнуть воздухъ?

Учитель. Продѣлаемъ опытъ. Я помѣщаю мой треножникъ съ желѣзнымъ порошкомъ на плавающую дощечку, зажигаю порошекъ и покрываю все это большимъ стаканомъ; для того чтобы послѣдній не опрокинулся, я кладу на него небольшую тяжесть (фиг. 16). Опытъ происходитъ медленно и намъ приходится ждать до тѣхъ поръ, пока тлѣющее желѣзо потухнетъ и станетъ холоднымъ.—Что же ты видишь теперь?

Ученикъ. Воздухъ, кажется, въ самомъ дѣлѣ исчезъ; но не весь, а только часть,—меньше четверти.

Учитель. Если измѣрить точнѣе, то окажется, что около пятой части.

Ученикъ. Можетъ быть ты взялъ слишкомъ мало желѣза?

Учитель. Нѣтъ, если бы я даже взялъ больше, исчезло бы не больше воздуха, чѣмъ теперь.

Ученикъ. Однако это—что то совсѣмъ другое, чѣмъ то, что было со свѣчей и съ желѣзомъ; ихъ можно было сжечь цѣликомъ.

Учитель. Можно ли сжечь совершенно дерево?

Ученикъ. Остается зола.

Учитель. То же самое происходитъ и съ воздухомъ. Дерево есть смѣсь горючихъ и негорючихъ веществъ; когда первыя сгораютъ, остаются послѣднія. Воздухъ есть смѣсь двухъ газовъ; одинъ принимаетъ участіе въ горѣніи и называется кислородомъ, другой

при этомъ остается неизмѣннымъ и называется азотомъ. Кислородъ составляетъ, по объему, приблизительно пятую часть воздуха.

Ученикъ. Значитъ, если бы у насъ былъ чистый кислородъ, онъ совершенно исчезъ бы при горѣніи?

Учитель. Конечно, если бы при этомъ не образовался другой газъ. Мы съ тобой приготовимъ чистый кислородъ.

Ученикъ. Это можно?

Учитель. Да, способъ приготовленія былъ найденъ болѣе ста лѣтъ тому назадъ. Эта бѣлая соль называется бертоллетовой солью или, на языкѣ аптечной латыни, kalium chloricum. Если я нагрѣю ее, то получу кислородъ въ значительномъ количествѣ.

Ученикъ. Какой это темный порошокъ ты примѣшалъ къ соли?

Учитель. Эго прокаленная ржавчина. Если немного ея прибавить къ этой соли, то выдѣленіе кислорда происходитъ легче и правильнѣе. Мою смѣсь я всыпаю въ небольшую круглую бутылку, называемую колбой. Теперь нужно придѣлать трубку для отвода газа. Для этого я беру пробку, которая плотно входитъ въ горло колбы и отрѣзаю кусокъ стекляной трубки.

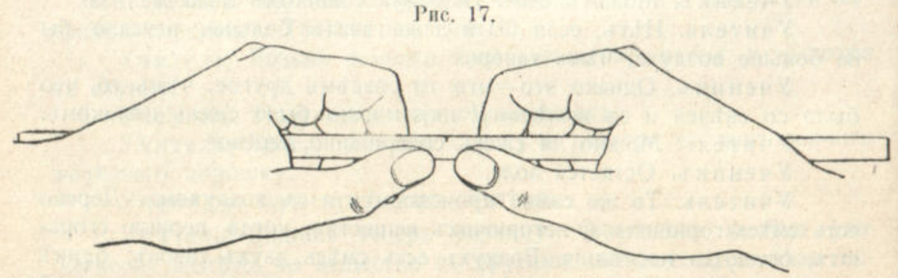
Ученикъ. Какимъ образомъ можно рѣзать стекло?

Учитель. Собственно говоря, его не рѣжутъ, а ломаютъ. Но для того чтобы разломъ произошелъ правильно и въ опредѣленномъ мѣстѣ, нужно на этомъ мѣстѣ сдѣлать надрѣзъ.

Ученикъ. Что это у тебя за инструментъ?

Учитель. Старый треугольный напильникъ, зубы котораго стерты такъ, что получились три рѣжущихъ ребра. Если я одной такой острой гранью проведу нажимая поперекъ стекла черту, то стекло въ этомъ мѣстѣ треснетъ. Если я теперь возьму трубку руками по обѣимъ сторонамъ надрѣза и буду тянуть въ разныя стороны, въ тоже время стараясь согнуть трубку такъ, чтобы надрѣзъ

Рис. 17.



оставался на внѣшней сторонѣ сгиба (фиг. 17), то она лопнетъ какъ

азъ въ мѣстѣ надрѣза и лопнетъ такъ, что края разлома будутъ ровными.

Ученикъ. Это ловко! Я тоже могу такъ сдѣлать?

Учитель. Я дамъ тебѣ потомъ кусокъ стекляной трубки и ты поупражняешься въ этомъ. Теперь я буду сгибать отрѣзанный кусокъ трубки.

Ученикъ. Нельзя, она сломается.

Учитель. При нагрѣванiи стекло становится мягче и можетъ быть согнуто. Я вношу въ пламя ту часть трубки, гдѣ ее нужно согнуть, и постоянно вращаю трубку, чтобы она со всѣхъ сторонъ равномѣрно нагрѣвалась; иначе она лопнетъ. По прошествiи нѣкотораго времени стекло размягчается настолько, что сгибается въ силу собственнаго вѣса; я направляю сгибающуюся часть такъ, чтобы получилась желательная мнѣ форма, и затѣмъ оставляю трубку въ покоѣ, пока она не охладится и не станетъ твердой.

Ученикъ. Это кажется совсѣмъ нетруднымъ; могу ли я это сдѣлать?

Учитель. Это нетрудно, тѣмъ не менѣе это требуетъ упражненiя. Главное условiе заключается въ томъ, чтобы не подвергать нагрѣванiю только одну какую нибудь точку и чтобы употреблять при сгибанiи лишь небольшое усилiе; въ противномъ случаѣ изгибъ будетъ неправильный. Теперь я дѣлаю на другомъ концѣ трубки маленькiй изгибъ и наконецъ нагрѣваю каждый конецъ, вращая его на огнѣ, такъ чтобы острые края округлились и не могли порѣзать или оцарапать. Это всегда слѣдуетъ дѣлать.

Ученикъ. Почему края округляются?

Учитель. Размягченное стекло похоже на жидкость. А поверхность жидкостей, какъ ты вѣдь знаешь, всегда закругляется въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ должны образоваться углы или верхушки.

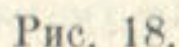
Ученикъ. Почему это происходитъ съ жидкостями?

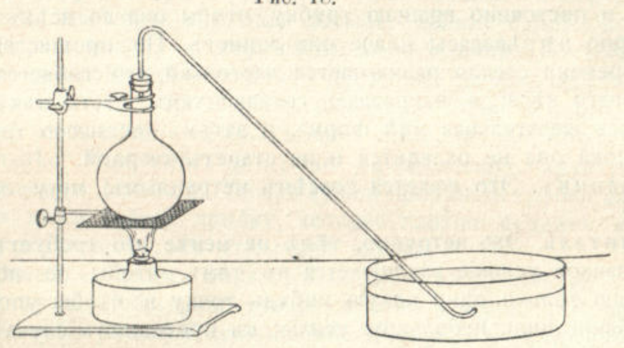
Учитель. Это происходитъ вслѣдствiе поверхностнаго натяженiя. Вслѣдствiе такого натяженiя, поверхность стремится стать возможно меньше; такъ какъ шаръ есть та форма, которая при данномъ объемѣ имѣетъ наименьшую поверхность, то всѣ жидкости стремятся принять шарообразную форму.

Ученикъ. Но вѣдь жидкости имѣютъ форму тѣхъ сосудовъ, въ которыхъ онѣ находятся!

Учитель. Вѣрно. Это объясняется тяжестью, подъ влiянiемъ которой жидкости стремятся опуситься возможно ниже. Обѣ причины дѣйствуютъ одновременно на жидкости, но тяжесть оказыва-

ется большей частью гораздо сильнѣе, и форма жидкости прежде всего зависитъ отъ нея.—Теперь намъ нужно еще сдѣлать отверстіе въ пробкѣ. Для этого я, сначала при помощи стальнаго шила, просверливаю дыру, а затѣмъ увеличиваю отверстіе, пропиливая круглымъ напильникомъ до тѣхъ поръ, пока оно становится достаточно большимъ для того, чтобы трубка съ нѣкоторымъ усиліемъ проходила сквозь него. Теперь всѣ части прилажены, и я укрѣпляю аппаратъ, причемъ ставлю колбу на сѣтку, а подъ сѣткой помѣщаю лампу (фиг. 18).


Рис. 18.



Ученикъ. Зачѣмъ ты конецъ трубки опускаешь въ чашку съ водой?

Учитель. Для того чтобы собрать газъ. Если я опущу трубку въ пустую, т. е. наполненную воздухомъ бутылку и впущу туда газъ, то онъ во первыхъ смѣшается съ воздухомъ, а во вторыхъ, я не смогу замѣтить момента, когда бутылка наполнится. Поэтому я наполняю бутылку **водой** и опрокидываю ее такъ, чтобы отверстіе ея приходилось надъ концомъ трубки; тогда выдѣляющійся газъ, вытѣсняетъ воду; такъ какъ онъ не смѣшивается съ послѣдней, то я получаю его въ чистомъ состояніи.

Ученикъ. Вотъ уже отдѣляются пузырьки газа, держи же надъ ними бутылку!

Учитель. Покамѣсть это только воздухъ, который находится въ аппаратѣ.

Ученикъ. Какъ же ты можешь узнать, когда начнетъ выдѣляться новый газъ?

Учитель. Я вынимаю изъ воды трубку и подношу къ ея отверстію тлѣющую лучинку. Что ты видишь?

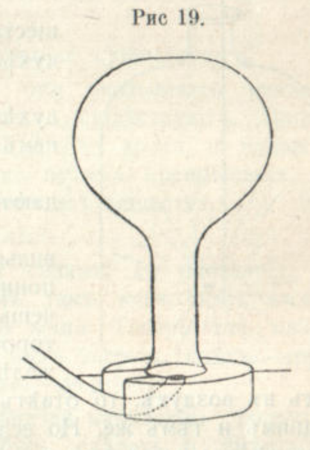
Ученикъ. Она также тлѣетъ, какъ и раньше.

Учитель. Слѣдовательно, это еще воздухъ. А теперь?

Ученикъ. О, теперь она сама собой загорѣлась!

Учитель. Не сама собой,—она загорѣлась, благодаря кислороду, который выдѣляется. Теперь я опять погружаю трубку въ воду и ставлю надъ трубкой мою бутылку. Но чтобы не держать ее все время руками, я ставлю ее на свинцовую подставку (фиг. 19), такъ, чтобы горлышко ея приходилось надъ концомъ трубки; тогда пузырьки газа будутъ входить въ бутылку и вытѣснять воду. Между тѣмъ я наполняю водой еще нѣсколько бутылокъ для того, чтобы потомъ наполнить ихъ кислородомъ.

Рис 19.



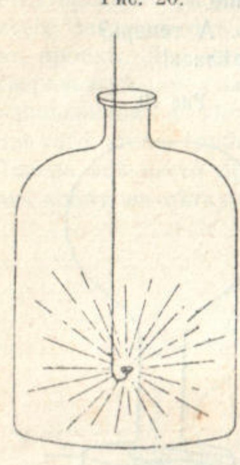
Ученикъ. Пожалуйста, покажи мнѣ еще разъ опытъ съ тлѣющей лучиной!

Учитель. Т. е. реакцію на кислородъ. Когда мы вносимъ тлѣющую лучину въ кислородъ, она воспламеняется. Я могу много разъ повторить этотъ опытъ съ кислородомъ, находящимся въ бутылкѣ. Но все же, въ концѣ концовъ, кислородъ будетъ потребленъ весь и тогда опытъ больше не удастся.

Ученикъ. Отчего это зависитъ?

Учитель. Я покажу тебѣ прежде нѣсколько опытовъ такого же рода. Я прикрѣпляю къ проволокѣ кусокъ деревяннаго угля, нагрѣваю его на пламени, пока онъ не начнетъ тлѣть и опускаю его въ кислородъ. Онъ быстро раскаляется и свѣтится гораздо сильнѣе, чѣмъ въ воздухѣ. Кусокъ сѣры, помѣщенный въ желѣзную ложечку и горящій на воздухѣ едва замѣтнымъ пламенемъ, даетъ въ кислородѣ синее, яркое пламя. Кусокъ фосфора, горящій на воздухѣ желтоватымъ пламенемъ, въ кислородѣ испускаетъ яркій свѣтъ, подобный солнечному. Тонкая желѣзная проволока, свернутая въ спираль, въ концѣ которой прикрѣпленъ небольшой кусокъ тлѣющаго трута загорается и сгораетъ, разбрасывая искры, а образующаяся окалина, раскаленная до-бѣла, падаетъ въ воду, находящуюся на днѣ бутылки (фиг. 20).

Ученикъ. О, это чудесный фейерверкъ!


Рис. 20.

Учитель. Ты лучше обрати вниманіе на то, что означаетъ этотъ фейерверкъ. Что ты можешь вообще сказать объ этихъ опытахъ?

Ученикъ. Что въ кислородѣ всѣ вещества горятъ гораздо сильнѣе, чѣмъ въ воздухѣ.

Учитель. Вѣрно. Но, вѣдь, и въ воздухѣ они горятъ благодаря имѣющемуся въ немъ кислороду, почему же такая разнница?

Ученикъ. Въ чистомъ кислородѣ они даютъ больше жара.

Учитель. Этотъ отвѣтъ будетъ правильнымъ или ложнымъ, смотря по тому, что понимать подъ словомъ „жаръ". Если ты хочешь сказать, что количество тепла, которое выдѣляется при горѣніи 1 гр. угля или желѣза въ кислородѣ больше, чѣмъ при горѣніи ихъ въ воздухѣ, то отвѣтъ неправиленъ; количество тепла остается однимъ и тѣмъ же. Но если ты хочешь сказать, что въ первомъ случаѣ температура поднимается выше, то это вѣрно.

Ученикъ. Я подразумѣваю температуру!

Учитель. Конечно! Причина этого слѣдующая. Въ обоихъ случаяхъ выдѣляется одно и тоже количество тепла; но при горѣніи въ кислородѣ это количество тепла должно нагрѣть только образовавшійся продуктъ горѣнія и ничего больше, при горѣніи же въ воздухѣ оно должно сверхъ того нагрѣть примѣшанный къ кислороду азотъ.

Ученикъ. А развѣ болѣе сильный свѣтъ связанъ съ болѣе высокой температурой?

Учитель. Конечно! По силѣ свѣта можно даже опредѣлять температуру. Но кромѣ того, болѣе высокая температура вызываетъ и большую скорость горѣнія.

Ученикъ. Отчего это зависитъ?

Учитель. Это выведенный изъ опыта, общій законъ, по которому химическія явленія протекаютъ тѣмъ быстрѣе, чѣмъ выше температура.—Вернемся однако къ нашему кислороду. Всѣ явленія, которыя ты видѣлъ, суть химическія явленія или химическіе процессы, такъ какъ при этомъ горючія вещества и кислородъ исчезли, а вмѣсто нихъ возникли новыя вещества.

Ученикъ. А свѣтъ и теплота, которые при этомъ возникли, тоже новыя вещества?

Учитель. Нѣтъ, они не вещества, такъ какъ не имѣютъ ни вѣса, ни массы.

Ученикъ. Но вѣдь они дѣйствительно существуютъ!

Учитель. Конечно; такъ какъ оии оказываютъ извѣстное дѣйствіе, то значитъ они дѣйствительно существуютъ. Подобно веществамъ они также превращаются другъ въ друга, и новыя количества ихъ образуются не иначе, какъ путемъ превращенія. Они только не имѣютъ вѣса, который имѣютъ всѣ вещества.

Ученикъ. Они должно быть силы?

Учитель. Прежде ихъ называли силами; но оказалось, что это названіе ведетъ къ недоразумѣніямъ, такъ какъ подъ силами раньше еще разумѣлись совсѣмъ другія вещи. Теперь ихъ называютъ энергіями. Теплота есть одинъ видъ энергіи, свѣтъ—другой видъ. Ты понимаешь, что значитъ слово—энергія?

Ученикъ. Да, человѣкомъ съ энергіей называютъ такого человѣка, который въ состояніи что нибудь сдѣлать и умѣетъ настоять на своемъ.

Учитель. Такое же приблизительно понятіе объ энергіи существуетъ и въ наукѣ. Энергія есть то, благодаря чему вещи измѣняются.

Ученикъ. Значитъ, если въ химическихъ процессахъ вещества измѣняются, то это тоже энергія?

Учитель. Конечно, но мы только немного иначе выражаемся. Мы говоримъ, что вещества обладаютъ химической энергіей, если они способны дѣйствовать другъ на друга и образовывать новыя вещества. Одновременно съ превращеніемъ веществъ происходитъ и превращеніе части ихъ химической энергіи,—которая принимаетъ форму тепла, свѣта, а иногда электрической или механической энергіи.

Ученикъ. Мнѣ это кажется очень удивительнымъ и таинственнымъ.

Учитель. Превращеніе энергіи не болѣе таинственно чѣмъ превращеніе веществъ; напротивъ, первое даже проще послѣдняго. Для того, чтобы познакомить тебя поближе съ энергіей, скажу тебѣ, что и обыкновенная работа, которую совершаетъ человѣкъ, лошадь или паровая машина, тоже есть энергія.

Ученикъ. Значитъ я своей рукой могу произвести теплоту или свѣтъ или электричество!

Учитель. Ты можешь это сдѣлать, когда ты трешь одну руку объ другую, твои руки становятся теплыми. И когда ты съ усиліемъ просверливаешь что—нибудь тупымъ буравомъ, то онъ вскорѣ такъ сильно нагрѣвается, что легко обжечь имъ себѣ пальцы. Ты знаешь также, что треніемъ можно добыть огонь.

Ученикъ. Да, это правда. Я могу значитъ получить столько тепла, сколько хочу!

Учитель. Не сколько хочешь, а сколько можешь. Если ты работаешь нѣкоторое время буравомъ, то наступаетъ моментъ, когда ты больше не можешь работать, потому что ты усталъ—ты истощенъ, т. е. ты истратилъ тотъ запасъ энергіи, которымъ ты обладалъ.

Ученикъ. А откуда я получилъ эту энергію.

Учитель. Тебѣ ее дала пища. Въ питательныхъ веществахъ ты принимаешь въ себя химическую энергію, а въ твоемъ тѣлѣ находятся аппараты—мускулы—которые превращаютъ химическую энергію въ работу.

Ученикъ. Какъ они это дѣлаютъ?

Учитель. Было бы хорошо, если бы это знали! Изслѣдователи этого еще не открыли. Но что химическая энергія потребляется при работѣ, ты видишь изъ того, что лошадь, производящую тяжелую работу, нужно обильно кормить для того, чтобы она могла работать.

Ученикъ. Однако я имѣю хорошій аппетитъ и тогда, когда я не работаю.

Учитель. Тогда ты тоже расходуешь химическую энергію твоей пищи. Ты вѣдь потребляешь извѣстное количество ея, для того, чтобы поддержать температуру твоего тѣла на 37°С.; такъ какъ твое тѣло теплѣе, чѣмъ окружающая среда, то оно постоянно теряетъ тепло, которое опять возмѣщается питаніемъ. Это второй способъ—правда, непроизвольный—которымъ ты производишь тепло.

Ученикъ. А могу я также произвести свѣтъ?

Учитель. Да; если ты будешь въ темнотѣ тереть другъ о друга два куска сахару, то они будутъ свѣтиться.

Ученикъ А днемъ они не будутъ свѣтиться?

Учитель. Будутъ, но свѣтъ такъ слабъ, что при дневномъ освѣщеніи его нельзя видѣть. Въ этомъ опытѣ работа твоихъ мускуловъ, превращается въ свѣтъ.

Ученикъ. Но непосредственно я, конечно, не могу произвести свѣтъ?

Учитель. Ты нѣтъ; но это могутъ сдѣлать свѣтящіеся Ивановы—червяки и тѣ маленькія животныя, которыя вызываютъ свѣченіе моря. Вотъ они превращаютъ непосредственно химическую энергію своей пищи въ свѣтъ

Ученикъ. А могу я произвести электрическую энергію.

Учитель. Конечно, стоитъ тебѣ натереть сукномъ палочку сургуча.

Ученикъ. Ахъ, да, я это знаю. Но я это опять дѣлаю при помощи работы моей руки, а не непосредственно.

Учитель. Во всякій моментъ твоей дѣятельности, при всякой мысли въ твоемъ тѣлѣ пробѣгаютъ электрическіе токи. Но они остаются въ тѣлѣ, и нелегко вывести ихъ наружу.

Ученикъ. Я совсѣмъ не зналъ, что я все могу!

Учитель. Въ этомъ нѣтъ ничего такого, чѣмъ бы ты могъ гордиться. Вѣдь и каждое животное можетъ все это дѣлать.

Ученикъ. Все же это очень странно! Откуда въ концѣ концовъ происходитъ энергія питательныхъ веществъ?

Учитель. Отъ солнца.

Ученикъ. Я этого не понимаю.

Учитель. Откуда берется наша пища? Она растительнаго или животнаго происхожденія. Растенія растутъ только тамъ, гдѣ есть солнечный свѣтъ, такъ какъ они потребляютъ свѣтовую энергію для построенія своего тѣла; такимъ образомъ они накопляютъ въ себѣ энергію. Когда мы ѣдимъ растенія, мы потребляемъ вмѣстѣ съ тѣмъ солнечную энергію. И животныя, мясо которыхъ мы ѣдимъ, питаются растеніями, т. е. тоже солнечной энергіей.

Ученикъ. Теперь я буду смотрѣть на солнце совсѣмъ другими глазами.

Учитель. Если ты при этомъ будешь помнить о томъ, о чемъ мы сейчасъ говорили, то глядя на міръ, поймешь больше, чѣмъ понималъ до сихъ поръ.

12. Соединенія и составныя части.

Учитель. Въ послѣдній разъ ты узналъ много новаго. Разскажи мнѣ вкратцѣ то, что ты узналъ.

Ученикъ. Во-первыхъ, я узналъ, какъ приготовляютъ и собираютъ кислородъ. Затѣмъ я узналъ, что въ немъ тѣла горятъ гораздо сильнѣе и ярче, чѣмъ въ обыкновенномъ воздухѣ, и что это зависитъ отъ того, что кислородъ составляетъ только одну пятую

часть воздуха.—Потомъ я узналъ кое-что объ энергіи, но это было для меня такъ необычайно, что я не могу выразить этого вкратцѣ.

Учитель. Попытаемся сдѣлать это вмѣстѣ. Въ чемъ энергія сходна съ веществами и чѣмъ она отъ нихъ отличается?

Ученикъ. Въ чемъ сходна? Она можетъ превращаться, въ различные виды, и когда одинъ видъ образуется, то другой исчезаетъ.

Учитель. Правильно; чѣмъ энергія отличается отъ веществъ?

Ученикъ. Тѣмъ, что ее нельзя взвѣсить и что она доставляется намъ солнцемъ. А вещества вѣдь не доставляются солнцемъ?

Учитель. Нѣтъ; по крайней мѣрѣ, если и доставляются, то въ неуловимомъ количествѣ.—Запомни хорошенько эти признаки энергіи; другіе же станутъ для тебя понятнѣе впослѣдствіи, когда мы чаще будемъ имѣть дѣло съ ними.—Теперь вернемся опять къ кислороду. Вотъ бутылка, которую мы вчера наполнили кислородомъ. Какія свойства ты замѣчаешь въ немъ?

Ученикъ. Кислородъ похожъ на воздухъ; онъ также безцвѣтенъ.

Учитель. Какой у него запахъ?

Ученикъ. Я ничего не чувствую, онъ не имѣетъ запаха.

Учитель. Ты бы могъ сказать это, не открывая бутылки. Подумай, вѣдь кислородъ составляетъ пятую часть воздуха.

Ученикъ. Ахъ, да; если воздухъ не имѣетъ запаха, то и кислородъ не можетъ имѣть его.

Учитель. Таковы тѣ свойства кислорода, которыя мы познаемъ непосредственно при помощи нашихъ органовъ чувствъ. Но кромѣ того онъ имѣетъ еще и другія свойства, которыя мы узнаемъ только путемъ измѣреній или опытовъ. Явленія горѣнія, которыя я тебѣ показывалъ, относятся къ такимъ свойствамъ. Они называются химическими свойствами, такъ какъ они основываются на химическихъ процессахъ. И реакція кислорода,—воспламененіе тлѣющей лучины,—есть химическое свойство его.—Теперь мы изучимъ другой способъ добыванія кислорода. Этотъ кирпично красный порошокъ называется окисью ртути. Я всыпаю немного этого порошка въ пробирную трубочку, приготовленную изъ особаго стекла, толстаго и тугоплавкаго, и, какъ въ прошлый разъ, вставляю въ пробирку пробку съ газоотводной трубкой. Затѣмъ я нагрѣваю пробирку на лампѣ. Что ты видишь?

Ученикъ. Красный порошокъ становится чернымъ. Онъ обугливается, не правда-ли?

Учитель. Нѣтъ; когда я ему дамъ охладиться, онъ опять станетъ краснымъ.

Ученикъ. Отчего же онъ сдѣлался чернымъ?

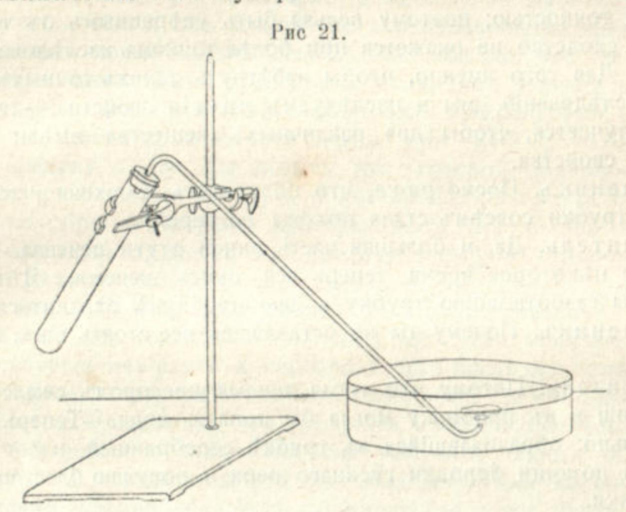
Учитель. Есть много веществъ, цвѣтъ которыхъ при нагрѣваніи измѣняется. Цвѣтъ, слѣдовательно, зависитъ отъ температуры.

Ученикъ. Теперь появляются пузырьки.

Учитель. Это опять таки воздухъ, который расширяется вслѣдствіе теплоты.

Ученикъ. Но вотъ пузырьки появляются чаще.

Рис 21.



Учитель. Соберемъ немного этого газа въ небольшую пробирку и испытаемъ его тлѣющей лучиной (фиг 21). Это еще воздухъ выходимъ изъ трубки. Но при вторичномъ наполненіи....

Ученикъ. Лучина воспламеняется, это кислородъ!

Учитель. Можетъ быть. Соберемъ его и посмотримъ, не имѣетъ ли онъ цвѣта и запаха. Понюхай!

Ученикъ. Да, онъ не имѣетъ запаха, и видно, что онъ безцвѣтенъ. Но къ чему нужно было дѣлать также и эти пробы?

Учитель. Раньше чѣмъ сказать, что въ нашихъ рукахъ имѣется дѣйствительно извѣстное опредѣленное вещество, мы должны убѣдиться въ томъ, что онъ обладаетъ всѣми своими свойствами.

Ученикъ. Но вѣдь мы не можемъ собственно изслѣдовать всѣ его свойства. Мы никогда бы не кончили.

Учитель. Ты правъ. Однако мы должны всегда изслѣдовать многія свойства, потому что часто случается, что различныя вещества

имѣютъ одно одинаковое у всѣхъ ихъ свойство, въ то время какъ другія свойства ихъ различны.

Ученикъ. И это одно свойство совершенно одинаково?

Учитель. На этотъ вопросъ никогда нельзя дать вполнѣ утвердительнаго отвѣта, если даже не удастся подмѣтить никакого различія, ибо никакое свойство не можетъ быть измѣрено съ абсолютной точностью; поэтому нельзя быть увѣреннымъ оъ томъ, что видимое сходство не окажется при болѣе точномъ изслѣдованіи, различіемъ. Для того именно, чтобы избѣгнуть такихъ точныхъ и трудныхъ изслѣдованій, мы и изслѣдуемъ многія свойства,—такъ какъ рѣдко случается, чтобы два различныхъ вещества имѣли многія сходныя свойства.

Ученикъ. Посмотри-ка, что получилось. Верхняя часть пробирной трубки совсѣмъ стала похожа на серебро.

Учитель. Да, и большая часть окиси ртути исчезла. Я нагрѣваю еще нѣкоторое время, теперь вся окись исчезла. Я вынимаю изъ воды газоотводную трубку и даю пробиркѣ охладиться.

Ученикъ. Почему ты не оставляешь все стоять такъ, какъ оно было?

Учитель. Потому что тогда теплый кислородъ сжался бы отъ охлажденія и въ пробирку могла бы попасть вода.—Теперь смотри внимательно: образовавшійся въ трубкѣ серебрянный налетъ я снимаю при помощи бородки гусинаго пера и получаю блестящіе, жидкіе шарики.

Ученикъ. Эти шарики совсѣмъ похожи на ртуть.

Учитель. Они и въ самомъ дѣлѣ ртуть.

Ученикъ. Откуда же она взялась здѣсь?

Учитель. Она произошла изъ окиси ртути.

Ученикъ. И кислородъ тоже получился изъ этой окиси?

Учитель. Конечно; только оба эти вещества и образовались изъ нея и больше ничего.

Ученикъ. А почему же ртуть не собралась въ томъ самомъ мѣстѣ, гдѣ находилась окись ртути?

Учитель. Потому что ртуть при температурѣ лампы, становится летучей, т. е. превращается въ паръ Въ тѣхъ точкахъ, гдѣ трубка была сравнительно мало нагрѣта, паръ сгустился въ жидкую ртуть. Вотъ я беру немного ртути, помѣщаю ее въ пробирку и нагрѣваю: ты видишь, вотъ образуется первый слой капелекъ; онъ становится плотнѣе, а теперь онъ походитъ уже на серебрянное зеркало. Я повторяю этотъ опытъ съ жидкимъ металломъ, который мы

получили изъ нашего краснаго порошка: ты видишь получается такое же зеркало; слѣдовательно это—ртуть. Однако будь остороженъ, пары ртути ядовиты.

Ученикъ. Я бы этого никогда не подумалъ!

Учитель. Почему?

Ученикъ. Вѣдь ртуть металлъ, а металлы не кипятъ.

Учитель. Нѣтъ, они кипятъ; но для большинства извѣстныхъ намъ металловъ точка кипѣнія лежитъ такъ высоко, что ее нельзя достигнуть обыкновенными средствами. Однако въ пламени электрической дуговой лампы всѣ извѣстные металлы превращаются въ паръ. Ртуть же закипаетъ сравнительно легко, при 350° С.—Обратимся опять къ нашему опыту. Ты видѣлъ, что красный порошокъ при нагрѣваніи превращается въ ртуть и кислородъ. Изъ ртути и кислорода можно обратно получить красную окись ртути. Мы можемъ, значитъ, направить процессъ въ противоположную сторону, такъ сказать обратить его.

Ученикъ. О, это удивительно. Могу я это увидѣть?

Учитель. Къ сожалѣнію я не могу тебѣ этого показать. Окись ртути образуется изъ ртути и кислорода, если послѣдніе привести въ соприкосновеніе и нагрѣвать немного выше 300°. Но это образованіе совершается такъ медленно, что требуется нѣсколько недѣль для полученія 2—3 граммовъ окиси. Но если получить такимъ образомъ окись ртути, то оказывается, что она обладаетъ тѣми же совершенно свойствами, какими обладаетъ обыкновенная окись ртути.

Ученикъ А обыкновенная развѣ получена не такъ?

Учитель. Нѣтъ, она получается совершенно инымъ путемъ, который теперь тебѣ будетъ еще не понятенъ.

Ученикъ. Значитъ все равно, какимъ бы путемъ ни получить ее?

Учитель. Конечно; это очень важный общій законъ, что опредѣленное вещество, какимъ бы путемъ мы его не получили, обладаетъ всегда одними и тѣми же свойствами.

Ученикъ. Я этого не предполагалъ.

Учитель. Ты только что имѣлъ примѣръ: кислородъ изъ окиси ртути имѣетъ тѣ же свойства, что и кислородъ изъ бертолетовой соли.

Ученикъ. Да, вѣрно. Мнѣ это не пришло въ голову; я считалъ, что это само собой разумѣется.

Учитель. Ты видишь: когда о чемъ нибудь не поразмыслятъ, то говорятъ, что оно „само собой разумѣется".—Теперь запомни себѣ

нѣкоторыя новыя названія. Такъ какъ изъ одного однороднаго вещества, окиси ртути, можно получить два различныхъ вещества— ртуть и кислородъ, и наоборотъ, изъ двухъ послѣднихъ можно получить опять одно однородное вещество, окись ртути,—то эту окись называютъ соединеніемъ, а ртуть и кислородъ—составными частями. Значитъ окись ртути есть....

Ученикъ. Окись ртути есть соединеніе ртути и кислорода.

Учитель. Да, а ртуть и кислородъ суть составныя части окиси ртути.—Теперь мы обратимся къ важному вопросу о вѣсовыхъ отношеніяхъ въ химическихъ процессахъ. Въ этой закрытой пробкой, наполненной кислородомъ колбѣ подвѣшенъ на проволокѣ кусокъ угля. Эту колбу я точно уравновѣшиваю на вѣсахъ и зажигаю уголь, не открывая колбы.

Ученикъ. Какъ же ты это дѣлаешь?

Учитель. Я могу это сдѣлать различнымъ образомъ. Если я вставлю черезъ пробку въ колбу еще одну проволоку, обѣ проволоки соединю между собой при помощи третьей желѣзной проволоки, чрезвычайно тонкой, и затѣмъ пропущу черезъ проволоки электрическій токъ, то тонкая проволока раскалится и зажжетъ уголь. Но мы произведемъ опытъ проще, пользуясь для этого солнечнымъ свѣтомъ: я зажгу уголь при помощи зажигательнаго стекла.

Ученикъ. Вѣрно. Ура! Уголь уже горитъ!

Учитель. И опять потухаетъ, потому что кислородъ исчезъ. Какъ ты полагаешь, сдѣлалась ли колба тяжеле?

Ученикъ. Само собой разумѣется!

Учитель. Ты опять сказалъ „само собой разумѣется“! Посмотримъ же, такъ ли это? Что ты видишь?

Ученикъ. Стрѣлка вѣсовъ отклоняется одинаково вправо и влѣво. Вѣсъ кажется остался тотъ же самый. Можетъ быть, увеличеніе вѣса такъ мало, что его трудно замѣтить!

Учитель. Нѣтъ, даже при самомъ тщательномъ взвѣшиваніи получается то же самое.

Ученикъ. Но вѣдь это не должно быть такъ! Я училъ и видѣлъ, что при горѣніи вѣсъ увеличивается.

Учитель. Вѣсъ чего?

Ученикъ. Ахъ, да, это было такъ: продуктъ горѣнія вѣситъ больше, чѣмъ вѣсило сгорѣвшее тѣло.

Учитель. Ну, а здѣсь?

Ученикъ. Здѣсь онъ вѣситъ столько же.

Учитель. Выводъ неправильный. Продуктъ горѣнія на самомъ дѣлѣ вѣситъ больше.

Ученикъ. Какимъ же образомъ вѣсъ могъ остаться неизмѣннымъ!

Учитель. Да вѣдь при этомъ исчезъ кислородъ. Продуктъ горѣнія вѣситъ больше сгорѣвшаго тѣла настолько напр. граммовъ, сколько граммовъ вѣсилъ потребленный кислородъ. Такимъ образомъ увеличеніе вѣса и потеря вѣса другъ друга уравновѣсили.

Ученикъ. Однако это удивительно.

Учитель. Да, здѣсь мы имѣемъ примѣръ одного изъ важнѣйшихъ законовъ, который оправдывается на всѣхъ химическихъ и на всѣхъ физическихъ процессахъ: каковы бы ни были измѣненія происходящія съ данными веществами, общій вѣсъ при этомъ никогда не измѣняется.

Ученикъ. Но отдѣльные вѣса измѣняются.

Учитель. Конечно; но то, что теряется на одной сторонѣ, пріобрѣтается на другой. Законъ имѣетъ силу только для суммы всѣхъ вѣсовъ.

Ученикъ. Ты училъ меня, что въ такихъ случаяхъ нужно спрашивать не „почему это такъ бываетъ", а „съ чѣмъ это находится въ связи". Извѣстно ли здѣсь что нибудь объ этомъ?

Учитель. Конечно. Ты уже знаешь, что вѣсъ и масса пропорціональны другъ другу въ каждомъ данномъ мѣстѣ земного шара. Слѣдовательно, упомянутый только что законъ есть слѣдствіе закона неизмѣняемости или сохраненія массы.

Ученикъ. Для чего служитъ этотъ законъ?

Учитель. Онъ даетъ возможность вычислять вѣсовыя отношенія при химическихъ процессахъ даже и въ тѣхъ случаяхъ, когда не могутъ или не хотятъ опредѣлять вѣсъ каждаго вещества въ отдѣльности. Если напр. я беру опредѣленный вѣсъ окиси ртути, опредѣляю вѣсъ получающейся изъ нея ртути, то тѣмъ самымъ я узнаю вѣсъ выдѣляющагося кислорода. Потому что всегда должно существовать слѣдующее равенство: вѣсъ окиси взятой ртути = вѣсу полученной ртути + вѣсъ выдѣлившагося кислорода, или просто окись ртути = ртуть + кислородъ, если названія веществъ будутъ обозначать также и ихъ вѣсовыя количества.

Ученикъ. Развѣ кислородъ тоже имѣетъ вѣсъ? Вѣдь онъ газъ!

Учитель. А ты думаешь, что газы не имѣютъ вѣса?

Ученикъ. Я не могу себѣ этого представить.

Учитель. Плотность, или отношеніе вѣса къ объему очень мала для газовъ, она въ нѣсколько сотъ разъ меньше плотности

воды. Но все же газы имѣютъ вѣсъ. Одинъ литръ обыкновеннаго воздуха вѣситъ больше одного грамма.

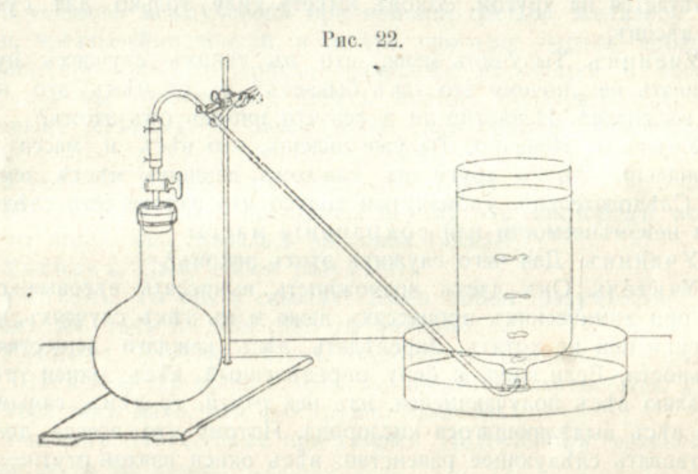
Ученикъ. Я бы хотѣлъ это увидѣть.

Учитель. Это нетрудно показать. Вотъ у меня колба изъ толстаго стекла, закрытая пробкой, въ которую вдѣланъ стекляный кранъ. Для того чтобы пробка не выскочила, я привязываю ее къ колбѣ при помощи проволоки или какого либо снура. Теперь я вѣсь аппаратъ ставлю на вѣсы и точно уравновѣшиваю его. Черезъ открытый кранъ я накачиваю въ колбу при помощи помпы воздухъ. Послѣ двухъ-трехъ движеній поршня, я закрываю кранъ; есла я теперь перенесу колбу опять на вѣсы, то окажется, что она стала замѣтно тяжеле.

Ученикъ. Можно ли видѣть, сколько ты накачалъ воздуха?

Учитель. Конечно. Я беру ту газоотводную трубку, которой мы пользовались при добываніи кислорода и при помощи каучуковой трубочки соединяю ее съ краномъ колбы и опрокидываю

Рис. 22.



надъ трубкой бутылку наполненную водой; когда я открою теперь кранъ, то накаченный воздухъ будетъ выходить и собираться въ бутылкѣ (рис. 22).

Если ты раньше точно взвѣсилъ колбу и взвѣсишь ее теперь, то получишь нѣкоторую потерю въ вѣсѣ, которая равна вѣсу ушедшаго изъ колбы воздуха. Если же на бутылку нанесены черточки, раздѣляющія ея внутренній объемъ на какія нибудь рав-

ныя части, положимъ такъ, что каждая часть будетъ равна кубическому дециметру, то можно будетъ опредѣлить также и объемъ этого воздуха.

Ученикъ. Да, это такъ.

Учитель. Ты можешь послѣ продѣлать нѣсколько такихъ измѣреній; ты найдешь, что воздухъ почти въ 800 разъ легче воды. Вернемся теперь къ нашимъ опытамъ. Замѣтилъ ли ты какую нибудь разницу въ количествѣ кислорода полученнаго мною изъ бертолетовой соли съ одной стороны и изъ окиси ртути съ другой?

Ученикъ. Да, изъ окиси ртути кислорода получилось гораздо меньше.

Учитель. Да, одинъ граммъ бертолетовой соли даетъ гораздо больше кислорода, чѣмъ 1 граммъ окиси ртути. Но если я продѣлаю два раза опытъ съ окисью ртути и каждый разъ возьму по 1 грамму, что я получу?

Ученикъ. Каждый разъ то-же самое.

Учитель. А если я продѣлаю это съ бертолетовой солью?

Ученикъ. Также то-же самое.

Учитель. Значитъ, ты полагаешь, что, когда одно вещество превращается въ другое, то это всегда происходитъ въ опредѣленныхъ вѣсовыхъ отношеніяхъ?

Ученикъ. Я не знаю, точно ли это такъ, но думаю, что оно должно быть приблизительно именно такъ.

Учитель. Оно точно такъ и происходитъ. Ты собственно и самъ могъ бы предположить это. Потому что извѣстное опредѣленное вещество всегда обладаетъ вѣдь вполнѣ опредѣленными постоянными свойствами; а его способность превращаться въ извѣстное количество другого вещества также есть одно изъ его свойствъ; слѣдовательно, вѣсовое отношеніе между первоначальнымъ веществомъ и продуктомъ превращенія должно быть опредѣленнымъ (постояннымъ).

Ученикъ. У меня не хватило бы духа сдѣлать такой выводъ.

Учитель. Какъ можно доказать правильность такого вывода?

Ученикъ. Посредствомъ опыта.

Учитель. Вѣрно; и вотъ многовѣковой опытъ показалъ, что при превращеніи однихъ веществъ въ другія между ними существуетъ нѣкоторое, по крайней мѣрѣ приблизительно, опредѣленное отношеніе: изъ одного килограмма жира нельзя сдѣлать сколько угодно мыла, а приблизительно извѣстное количество его и т. д. Этотъ вопросъ былъ подвергнутъ точному изслѣдованію лишь сто

лѣтъ тому назадъ, и тогда оказалось, что мы имѣемъ здѣсь дѣло съ совершенно точнымъ закономъ.

Ученикъ. Примѣнимъ ли онъ ко всѣмъ веществамъ?

Учитель. Ко всѣмъ чистымъ веществамъ, т. е. такимъ, которыя не суть смѣси или растворы.

Ученикъ. Странно... Законы, о которыхъ ты до сихъ говорилъ мнѣ, всѣ собственно очень просты и понятны. Но я боюсь, что не всегда сумѣю примѣнять ихъ, какъ слѣдуетъ, когда это будетъ нужно.

Учитель. Это вполнѣ естественно. Если мы не научились владѣть какимъ нибудь инструментомъ, то онъ приноситъ намъ мало пользы, если бы даже мы знали для чего онъ служитъ; то-же самое можно сказать и о законѣ. Но наши дальнѣйшія бесѣды научатъ насъ пользоваться этими законами.

13. Элементы.

Учитель. Въ прошлый разъ ты познакомился съ двумя важными законами, касающимися вѣсовыхъ отношеній такихъ веществъ, которыя дѣйствуютъ другъ на друга химически. Одинъ изъ нихъ называется закономъ сохраненія или постоянства вѣса; ты можешь выразить его?

Ученикъ. Если между данными веществами происходитъ химическое взаимодѣйствіе, то при этомъ общій вѣсъ не измѣняется.

Учитель. А о чемъ говорится въ другомъ законѣ?

Ученикъ. Въ немъ говорится объ отношеніи вѣсовъ при химическихъ превращеніяхъ. Если одно вещество превращается въ другое, то вѣсъ перваго находится въ постоянномъ опредѣленномъ отношеніи къ вѣсу второго.

Учитель. Вѣрно; это законъ постоянныхъ пропорцій.

Ученикъ. Въ связи съ чѣмъ находятся эти числовыя отношенія?

Учитель. Вопросъ предложенъ очень удачно! Я могу дать тебѣ на него очень удивительный отвѣтъ. Но для этого я долженъ познакоминь тебя съ новымъ понятіемъ, именно съ понятіемъ химическаго элемента. Ты помнишь равенство: окись ртути=ртуть+кислородъ. Какія величины подразумѣваются въ этомъ равенствѣ?

Ученикъ. Вѣса.

Учитель. Ну—съ, если ты разлагаешь нагрѣваніемъ опредѣленное количество окиси ртути и собираешь получившуюся ртуть, то послѣдняя вѣситъ больше или меньше окиси ртути?

Ученикъ. Дай-ка подумать.—Она должна вѣсить меньше.

Учитель. Почему?

Ученикъ. Потому что она только вмѣстѣ съ кислородомъ вѣситъ столько же, сколько окись ртути, а вѣдь кислородъ тоже имѣетъ вѣсъ.

Учитель. Вѣрно. Значитъ, если ртуть переходитъ въ окись ртути или кислородъ переходитъ въ окись ртути, то вѣсъ каждый разъ увеличивается: въ первомъ случаѣ онъ увеличивается на вѣсъ кислорода, во второмъ случаѣ на вѣсъ ртути.

Ученикъ. Я это понимаю.

Учитель. Ты помнишь также, что кислородъ и ртуть мы назвали составными частями окиси ртути, а послѣднюю—соединенiемъ первыхъ.

Ученикъ. Помню.

Учитель. Слѣдовательно, составная часть должна всегда вѣсить меньше, чѣмъ какое угодно ея соединенiе.

Ученикъ. Потому что всякiй разъ къ ней присоединяется еще что-нибудь.

Учитель. Совершенно вѣрно.—Теперь представь себѣ, что съ кислородомъ были продѣланы всевозможные химическiе опыты, подобные тѣмъ, которые ты уже видѣлъ, и что при этомъ каждый разъ опредѣляется вѣсъ того новаго вещества, которое получалось изъ кислорода и какого нибудь другого вещества. И оказалось, что не было найдено ни одного процесса, при которомъ образовавшiяся тѣла вѣсили бы меньше, чѣмъ кислородъ. Всѣ они вѣсили больше.

Ученикъ. Значитъ кислородъ можетъ давать только соединенiя?

Учитель. Да, составныя же части кислорода неизвѣстны. Подобныя вещества называются элементами. И такъ, что такое элементъ?

Ученикъ. Это вещество, всѣ продукты превращенiя котораго вѣсятъ больше, чѣмъ оно само.

Учитель. Совершенно вѣрно! Можно также сказать, что элементъ есть вещество, составныя части котораго неизвѣстны. Но такое опредѣленiе не вполнѣ ясно, такъ какъ раньше нужно опредѣлить, что такое составная часть.

Ученикъ. Но вѣдь я уже училъ раньше, что элементъ—это неразлагаемое вещество!

Учитель. Это означаетъ тоже самое. Разложенiемъ называется превращенiе вещества въ его составныя части. Такъ какъ

при этомъ изъ одного вещества получаются нѣсколько, то этотъ процессъ называется разложенiемъ.

Ученикъ. Теперь я понимаю. Но вѣдь разложить значитъ не превратить, а отдѣлить другъ отъ друга то, что уже существуетъ.

Учитель. Когда мы опредѣленныя количества ртути и кислорода превращаемъ или даемъ имъ соединиться въ окись ртути, то ртуть и кислородъ, правда, исчезаютъ, но ихъ всегда можно получить изъ окиси ртути обратно. Причемъ они получаются въ такомъ же точно количествѣ, въ какомъ они были раньше взяты. Поэтому можно представить себѣ дѣло такъ, какъ если бы обѣ составныя части продолжали дѣйствительно существовать въ соединенiи въ скрытомъ такъ сказать состоянiи. Отсюда и взяты выраженiя разложить и соединить.

Ученикъ. Въ самомъ ли дѣлѣ составныя части существуютъ внутри соединенiя или нѣтъ?

Учитель. Ты поставилъ вопросъ, не обдумавши его. Соединенiе—не мѣшокъ и не ящикъ, „внутри" котораго находится нѣчто. Если ты употребляя слово „внутри" хочешь указать лишь на то, что мы всегда можемъ извѣстнымъ способомъ получить изъ соединенiя составныя части его—то на твой вопросъ можно отвѣтить утвердительно. Но если ты этимъ словомъ „внутри" хочешь указать на то, что составныя части со всѣми своими свойствами спрятались гдѣ-то въ соединенiи, то ты заблуждаешься.—Итакъ,—ты знаешь теперь, что я разумѣю, когда говорю, что кислородъ—элементъ.

Ученикъ. Существуютъ ли еще другiе элементы?

Учитель. Конечно, ртуть также элементъ. И сѣра, желѣзо, олово, свинецъ, мѣдь тоже элементы. Всего имѣется около 75 элементовъ. Вотъ передъ тобой таблица элементовъ; посмотри ее, и ты найдешь въ ней знакомыя тебѣ вещества. Большая же часть элементовъ тебѣ неизвѣстна; многiе изъ нихъ очень рѣдки, т. е. вещества, изъ которыхъ можно ихъ получить, встрѣчаются рѣдко.

Ученикъ. А развѣ нельзя получить рѣдкiе элементы изъ другихъ веществъ, которыя встрѣчаются чаще?

Учитель. Нѣтъ, это никоимъ образомъ нельзя сдѣлать. Данное соединенiе можетъ быть разложено на элементы лишь однимъ какимъ нибудь образомъ, т. е. изъ каждаго вещества можно получить лишь опредѣленные элементы и, какiе бы мы ни употребляли прiемы, мы получаемъ изъ него всегда одинаковые элементы въ одинаковыхъ отношенiяхъ. А для того чтобы искуственнымъ путемъ

получить такое вещество, нужно взять тѣ же элементы въ тѣхъ же отношеніяхъ или же взять такія соединенія, изъ которыхъ могутъ быть получены эти элементы, т. е. въ которыхъ послѣдніе „содержатся“.

Ученикъ. Это опять законъ природы?

Учитель. Конечно, это законъ сохраненія элементовъ?

Ученикъ. Пожалуйста, объясни мнѣ это еще разъ.

ТАБЛИЦА ЭЛЕМЕНТОВЪ.

Азотъ	N	Иттербій	Yb	Никкель	Ni	Сурьма	Sb
Алюминій	Al	Іодъ	J	Ніобій	Nb	Таллій	Tl
Аргонъ	Ar	Кадмій	Cd	Олово	Sn	Танталъ	Ta
Барій	Ba	Калій	K	Осмій	Os	Теллурій	Te
Бериллій	Be	Кальцій	Ca	Палладій	Pd	Тербій	Tb
Боръ	B	Кислородъ	O	Платина	Pt	Титанъ	Ti
Бромъ	Br	Кобальтъ	Co	Празеодимъ	Pr	Торій	Th
Ванадій	Vd	Криптонъ	Kr	Радій	Ra	Тулій	Tu
Висмутъ	Bi	Кремній	Si	Родій	Rh	Углеродъ	C
Водоротъ	H	Ксенонъ	X	Ртуть	Hg	Уранъ	U
Вольфрамъ	W	Лантанъ	La	Рубидій	Rb	Фосфоръ	Ph
Гадолиній	Gd	Литій	Li	Рутеній	Ru	Фторъ	Fl
Галлій	Ga	Магній	Mg	Самарій	Sa	Хлоръ	Cl
Гелій	He	Марганецъ	Mn	Свинецъ	Pb	Хромъ	Cr
Германій	Ge	Молибденъ	Mo	Селенъ	Se	Цезій	Cs
Желѣзо	Fe	Мышьякъ	As	Серебро	Ag	Церій	Ce
Золото	Au	Мѣдь	Cu	Скандій	Sc	Цинкъ	Zn
Индій	In	Натрій	Na	Стронцій	Sr	Цирконій	Zr
Иридій	Ir	Неодимъ	Nd	Сѣра	S	Эрбій	Er
Иттрій	Y	Неонъ	Ne				

Учитель. Ты вѣдь знаешь, что были нѣкогда химики, которые всю свою жизнь посвятили тому, чтобы приготовить золото или серебро изъ свинца или другого обыкновеннаго металла, и что никому это не удалось; эти химики назывались алхимиками. Вся алхимія была построена на томъ предположеніи, что одинъ элементъ можно превратить въ другой, что свинецъ напр. можетъ быть превращенъ въ золото. Нельзя было заранѣе знать, что такое превращеніе невозможно: лишь послѣ того какъ, продолжавшіяся втеченіе многихъ столѣтій попытки оказались безуспѣшными, была признана невоз-

можность такого превращенія для золота и серебра, а позже нашли, что то же самое нужно сказать и относительно всѣхъ прочихъ элементовъ.

Ученикъ. Значитъ, желаніе сдѣлать золото совсѣмъ не было такимъ безсмысленнымъ и безполезнымъ.

Учитель. Оно не было ни тѣмъ, ни другимъ. Оно не было безсмысленно, такъ какъ вѣдь нельзя было заранѣе знать, что попытка не удастся. Но пытавшіеся приготовить золото работали ненаучно, т. е. нецѣлесообразно: они пробовали наудачу. А когда послѣ всѣхъ попытокъ оказалось, что элементы не могутъ превращаться другъ въ друга и что соединенія однихъ элементовъ не могутъ превращаться въ соединенія другихъ элементовъ, то это было важнымъ научнымъ открытіемъ, въ высшей степени облегчившимъ задачу химіи.

Ученикъ. Я этого не понимаю.

Учитель. Представь себѣ, что мы обозначаемъ каждый элементъ опредѣленнымъ знакомъ; тогда мы можемъ изобразить любое соединеніе, написавъ другъ возлѣ друга знаки тѣхъ элементовъ, изъ которыхъ состоитъ это соединеніе. Подобно тому какъ ты слово „шляпа" составляешь изъ знаковъ ш, л, я, п, а, и можешь разложить его только на эти же знаки, но не сможешь съ ихъ помощью составить слово „роза", точно также ты обозначаешь соединеніе при помощи знаковъ его элементовъ и точно также ты не сможешь при помощи этихъ знаковъ изобразить такое соединеніе, въ составъ котораго данные элементы не входятъ. Въ таблицѣ элементовъ (стр. 81) на ряду съ полнымъ названіемъ элемента изображенъ знакъ, которымъ онъ изображается; этотъ знакъ состоитъ изъ начальной буквы, а часто еще и послѣдующей буквы названія. Каждое существующее на землѣ вещество можетъ быть представлено сопоставленіемъ нѣкоторыхъ такихъ знаковъ; каждому веществу отвѣчаетъ свое особое сопоставленіе, ибо каждое вещество, какъ ни было бы велико разнообразіе веществъ, можно разложить на элементы только однимъ для него свойственнымъ способомъ.

Ученикъ. Какъ я вижу, это опять одинъ изъ тѣхъ законовъ, которые собственно очень просты, но къ которымъ нужно привыкать.

Учитель. Ты скоро привыкнешь къ нимъ. Тѣмъ временемъ возьмемъ нашу таблицу элементовъ и посмотримъ, съ какими элементами ты знакомъ изъ твоей повседневной жизни. Кислородъ ты уже знаешь; это—безцвѣтный газъ. Водородъ также безцвѣтный газъ, который въ противоположность кислороду, горючъ.

Ученикъ. Почему онъ называется водородомъ?

Учитель. Потому что онъ получается изъ воды.

Ученикъ. Значитъ вода не элементъ?

Учитель. Нѣтъ, она и не помѣщена въ таблицѣ. Она есть соединеніе водорода съ кислородомъ.—Азотъ ты также немного знаешь; онъ образуетъ вторую составную часть воздуха и представляетъ собой газъ безъ цвѣта и безъ запаха.

Ученикъ. Да, потому что и воздухъ не имѣетъ цвѣта и запаха.

Учитель. Вѣрно. Затѣмъ идетъ углеродъ. Это уже не газъ, а твердое тѣло. Обыкновенный древесный уголь состоитъ изъ углерода, конечно—не чистаго. Эти четыре элемента встрѣчаются обыкновенно во всѣхъ живыхъ тѣлахъ, т. е. растеніяхъ и животныхъ, и образуютъ такимъ образомъ одну опредѣленную группу. Они являются типами четырехъ различныхъ группъ, образуемыхъ остальными элементами.

Ученикъ. Что это значитъ?

Учитель. Среди прочихъ элементовъ имѣются нѣкоторые сходные по свойствамъ съ кислородомъ, другіе похожи на водородъ, нѣкоторые сходны съ азотомъ и нѣкоторые съ углеродомъ.

Ученикъ. Сходны?

Учитель. Да, они имѣютъ сходныя физическія свойства отчасти въ несвязанномъ состояніи въ видѣ свободныхъ элементовъ, частью же сходны между собой тѣ соединенія, которыя они образуютъ съ какимъ либо третьимъ или четвертымъ элементомъ.

Ученикъ. Мнѣ кажется, что этого еще недостаточно для дѣленія на группы.

Учитель. Оно конечно такъ; но въ совокупности свойствъ всѣхъ тѣхъ соединеній, которыя образуются изъ какого нибудь элемента, замѣчается такъ много сходствъ и различій, что химику знакомому съ отношеніями элементовъ другъ къ другу, совсѣмъ нетрудно установить это дѣленіе. Такъ какъ ты незнакомъ еще съ этими отношеніями, по тебѣ остается принять дѣленіе въ томъ видѣ, въ какомъ я тебѣ его дамъ.

Ученикъ. Но, какъ мнѣ кажется, принимать на вѣру то, что не можетъ быть мною провѣрено, значитъ идти противъ науки.

Учитель. Ты съумѣешь провѣрить это, когда будешь болѣе знакомъ съ химіей. Кромѣ того я не буду выводить никакихъ научныхъ заключеній изъ этого дѣленія,—оно послужитъ лишь для того, чтобы ты легче могъ познакомиться съ фактами.

Ученикъ. Да, я теперь понимаю.

Учитель. Такъ запомни же слѣдующую таблицу:

*Водородъ	*Іодъ	Селенъ	*Фосфоръ	*Углеродъ
*Хлоръ	*Кислородъ	Теллуръ	Мышьякъ	*Кремній
*Бромъ	*Сѣра	*Азотъ	Сурьма	Титанъ

Въ дальнѣйшемъ мы подробнѣе займемся однако лишь тѣми элементами, которые обозначены звѣздочками.

Ученикъ. Почему-же только ими?

Учитель. Другіе элементы или рѣдко встрѣчаются въ природѣ, или ихъ соединенія имѣютъ мало значенія въ практикѣ. Такъ какъ мы не можемъ ознакомиться со всѣмъ тѣмъ, что до сихъ поръ изслѣдовано въ химіи, то намъ приходится сдѣлать выборъ. Этотъ выборъ я произвожу такъ, чтобы ты могъ познакомиться по крайней мѣрѣ съ тѣми веществами, которыя или чаще всего встрѣчаются въ природѣ или чаще другихъ находятъ практическое примѣненіе.

Ученикъ. Значитъ я изучу только небольшую часть химіи?

Учитель. Трудно найти такого человѣка, который былъ бы знакомъ со всѣми фактами, установленными до настоящаго времени въ химіи. Я постараюсь познакомить тебя съ такими отдѣлами химіи, которые дадутъ тебѣ представленіе о наиболѣе важныхъ отношеніяхъ. Позже ты сможешь избрать себѣ какую нибудь особую часть химіи, которую ты изучишь настолько полно, насколько ты захочешь и сможешь. Теперь же мы обратимся къ избраннымъ нами элементамъ. О водородѣ я уже сказалъ тебѣ, что онъ—безцвѣтный, горючій газъ; но пламя его очень блѣдно и слабо свѣтитъ. Водородъ—легчайшее изъ всѣхъ веществъ и употребляется поэтому для наполненія воздушныхъ шаровъ.

Ученикъ. А въ маленькихъ красныхъ шарахъ, которыми играютъ дѣти, также находится водородъ?

Учитель. Конечно, и если мы зажжемъ такой свѣже наполненный шаръ, то заключенный въ немъ водородъ сгоритъ съ небольшимъ взрывомъ.

Ученикъ. Я это непремѣнно сдѣлаю.

Учитель. Только держи тогда твое лицо подальше, чтобы не опалить его, такъ какъ пламя водорода очень горячее и шаръ часто сильно взрываетъ. Хлоръ—зеленый газъ съ непріятнымъ и очень ѣдкимъ запахомъ. Ты, вѣроятно, знаешь этотъ запахъ, такъ какъ зловонныя мѣста, или мѣста, гдѣ что-нибудь гніетъ, посыпаютъ

бѣлымъ порошкомъ, называемымъ хлорной известью; запахъ ея и есть запахъ сильно разрѣженнаго хлора.

Ученикъ. Да, я вспоминаю Нашъ служитель разбрасываетъ этотъ порошокъ на углу улицы. Зачѣмъ онъ это дѣлаетъ?

Учитель. Хлоръ разрушаетъ дурно пахнущія вещества, убиваетъ зародыши вредныхъ маленькихъ существъ—грибковъ или бактерій.—Бромъ представляетъ при обыкновенной температурѣ краснобурую жидкость, которая выдѣляетъ желто-красные пары, имѣюшіе такой же запахъ, какъ и хлоръ.

Ученикъ. Ага, вотъ значитъ то сходство, о которомъ ты говорилъ раньше?

Учитель. Конечно. И іодъ имѣетъ такой же запахъ, но при обыкновенной температурѣ онъ представляетъ собой твердое черно-фіолетовое блестящее вещество; а пары его—фіолетоваго цвѣта.

Ученикъ. Я вспоминаю, что однажды я смазывалъ себѣ шею тинктурой іода. Входитъ ли въ эту тинктуру іодъ?

Учитель. Да, это—растворъ іода въ спиртѣ. — Итакъ мы разсмотрѣли первую группу. Изъ второй группы ты уже знакомъ съ кислородомъ. Сѣру ты также хорошо знаешь. Она—твердое вещество желтаго цвѣта, горитъ синимъ пламенемъ.

Ученикъ. И при этомъ пахнетъ очень непріятно. Почему большинство веществъ въ химіи пахнутъ такъ скверно?

Учитель. Дурно пахнущія вешества дѣйствуютъ большею частью разъѣдающимъ образомъ на внутреннюю оболочку носа. Если бы они не имѣли дурного запаха, то мы не могли бы замѣтить ихъ раньше, чѣмъ они не разъѣли бы слизистую оболочку носа, и тогда химіей было бы гораздо опаснѣе заниматься, чѣмъ теперь.

Ученикъ. Это хорошо. Всѣ ядовитыя вещества дурно пахнутъ?

Учитель. Прежде всего, только такія вещества могутъ имѣть запахъ, которыя превращаются въ газъ или паръ, такъ какъ иначе они не попадали бы въ носъ. Къ счастью большинство ядовитыхъ веществъ, въ особенности изъ группы ѣдкихъ, дѣйствительно имѣютъ дурной запахъ. Но существуютъ также нѣкоторые ядовитые газы и пары, которые имѣютъ слабый запахъ или не имѣютъ никакого. Такіе газы особенно опасны. Позже мы познакомимся съ однимъ изъ нихъ.

Ученикъ. Мнѣ надо будетъ тогда остерегаться.

Учитель. Теперь мы обратимся къ группѣ азота. Ты немно-

го уже знакомъ съ нимъ *). Несмотря на свое названіе, этотъ газъ не ядовитъ, вѣдь мы же вдыхаемъ его вмѣстѣ съ кислородомъ воздуха. Названъ онъ азотомъ**) потому, что животныя, нуждаясь для своего существованія въ кислородѣ, неизбѣжно погибаютъ въ атмосферѣ чистаго азота, не содержащаго въ себѣ кислорода. О фосфорѣ ты также кое-что знаешь.

Ученикъ. Да, онъ входитъ въ составъ фосфорной спички.

Учитель. Вѣрно; такимъ образомъ ты уже знаешь одно изъ его свойствъ. Онъ очень легко загорается; теплоты, которая развивается отъ тренія, достаточно для того, чтобы онъ загорѣлся. Этимъ свойствомъ и объясняется примѣненіе его для приготовленія спичекъ.

Ученикъ. Недавно я замѣтилъ, что въ темнотѣ головки спичекъ свѣтились; это былъ такой слабый, зеленоватый свѣтъ, а кухарка мнѣ сказала, что спички свѣтились оттого, что они были влажны. Почему это?

Учитель. Фосфоръ на воздухѣ медленно сгораетъ, причемъ онъ свѣтитъ такимъ свѣтомъ, какой ты видѣлъ. Для того чтобы то незначительное количество фосфора, которое находится въ спичечной головкѣ, не могло медленно сгорать, фосфоръ смѣшивается съ гуммиарабикомъ или клеемъ, который засыхаетъ и образуетъ такимъ образуетъ покровъ, препятствующій доступу кислорода. Во влажномъ воздухѣ покровъ мало по малу растворяется, и фосфоръ приходитъ въ соприкосновеніе съ воздухомъ.

Ученикъ. Да, но когда я послѣ того смочилъ нѣсколько спичекъ, они совсѣмъ не свѣтились.

Учитель. Это были такъ называемыя шведскія спички; въ головкѣ этихъ спичекъ нѣтъ фосфора.

Ученикъ. Какой видъ имѣетъ фосфоръ?

Учитель. Онъ очень похожъ на воскъ. Его сохраняютъ подъ водой, такъ какъ на воздухѣ онъ медленно сгораетъ. Я тебѣ не дамъ его въ руки, потому что онъ очень ядовитъ.

Ученикъ. Какъ его приготовляютъ?

Учитель. Ты видно полагаешь, что могъ бы его себѣ приготовить безъ моего позволенія! Нѣтъ, это не такъ легко. Онъ об-

*) Прим. перевод. Азотъ по нѣмецки Stickstoff, что означаетъ «вещество, вызывающее удушье».

**) Прим. перевод. Азотъ—слово греческаго происхожденія, обозначающее вещество, которое «не поддерживаетъ жизни».

разуетъ составную часть костей, а выдѣленіе его оттуда довольно сложная задача.

Ученикъ. Если онъ такъ ядовитъ, то какимъ же образомъ онъ можетъ встрѣчаться въ костяхъ?

Учитель. Фосфоръ ядовитъ въ состояніи свободнаго элемента, но его соединенія не ядовиты. Здѣсь ты опять имѣешь примѣръ того. какъ различны свойства самаго элемента и его соединеній.—Теперь мы подошли къ послѣдней группѣ. Кромѣ углерода, о которомъ ты уже знаешь кое что, тебѣ нужно познакомиться еще съ кремніемъ или силиціемъ.

Ученикъ. Кремній—это то, изъ чего состоятъ кремни?

Учитель. Несовсѣмъ такъ; кремни состоятъ изъ соединенія кремнія съ кислородомъ. Такое соединеніе называется обыкновенно кремневой кислотой. Изъ него состоитъ кварцевый песокъ, песчаникъ, горный хрусталь и кремень. Наконецъ почти всѣ горныя породы содержатъ соединенія кремневой кислоты, такъ что силицій является однимъ изъ наиболѣе распространенныхъ элементовъ на земной поверхности.—На этомъ мы закончимъ сегодня. Я хочу только прибавить къ сказанному, что всѣ элементы, о которыхъ мы говорили до сихъ поръ, носятъ названіе не-металловъ или металлоидовъ; они составляютъ одинъ главный отдѣлъ элементовъ; другой отдѣлъ составляютъ металлы.

Ученикъ. Мнѣ кажется, что сегодня я многому научился.

Учитель. Мы сдѣлали лишь прогулку по той области, въ которой намъ предстоитъ работать. Учиться, собственно мы начнемъ позже.

14. Легкіе металлы.

Ученикъ. Сколько собственно есть различныхъ металловъ?

Учитель. Число ихъ достигаетъ 60. Но такъ какъ нѣкоторые изъ нихъ еще недостаточно изучены, то ихъ число невполнѣ опредѣленно.

Ученикъ. Но какъ мы сможемъ справиться съ такимъ большимъ числомъ металловъ?

Учитель. Такимъ же точно образомъ, какимъ мы справляемся съ еще большимъ числомъ животныхъ и растеній; мы раздѣляемъ ихъ на группы, помѣщая въ одну группу сходные между собою.

Ученикъ. Животныя и растенія могутъ быть сходны по внѣшнему виду или могутъ имѣть сходные органы; у металловъ вѣдь нѣтъ такого сходства.

Учитель Это несовсѣмъ вѣрно; кристаллы различныхъ элементовъ, подобно животнымъ или растеніямъ, также могутъ быть сходны или несходны между собой по внѣшнему виду, но металлы обладаютъ другими свойствами, которыми они различаются другъ отъ друга. Это—ихъ химическія свойства или способность соединяться съ другими веществами. Кромѣ того, различны еще ихъ физическія свойства,—какъ блескъ, цвѣтъ, плотность, твердость и т. д.

Ученикъ. Значитъ, прежде чѣмъ понять и усвоить себѣ дѣленіе металловъ, я долженъ знать всѣ тѣ ихъ свойства, которыя мнѣ предстоитъ изучить.

Учитель. Эти свойства нужно было знать тому, кто предложилъ дѣленіе металловъ на группы. Тебѣ пока лишь нужно знать, что тѣ элементы, которые я помѣщаю въ одну группу, обладаютъ опредѣленнымъ сходствомъ въ своихъ свойствахъ.

Ученикъ. Да, это такъ. Какія же свойства служатъ основаніемъ такого дѣленія?

Учитель. Очень разнообразныя. Оказалось, что группы, составленныя на основаніи одного какого нибудь опредѣленнаго свойства, остаются большей частью безъ измѣненія и въ томъ случаѣ, если въ основаніе дѣленія берутся другія свойства. Позже ты узнаешь всѣ сходные признаки, которые характеризуютъ каждую группу.

Ученикъ. Да, такимъ образомъ элементы приводятся въ полный порядокъ.

Учитель. Въ такой же порядокъ, въ какой приводится царство животныхъ и растеній. И здѣсь также встрѣчаются отдѣльные случаи, которые вызываютъ сомнѣніе, потому ли что раличія слишкомъ незначительны или потому что дѣленія на группы, сдѣланныя на основаніи различныхъ свойствъ, не даютъ одних и тѣхъ же результатовъ.

Ученикъ. Досадно однако, что въ такихъ неизмѣнныхъ вещахъ, какъ свойства элементовъ, имѣются противорѣчія.

Учитель. Это не противорѣчія въ свойствахъ; это значитъ только, что тотъ порядокъ, который мы нѣкоторымъ образомъ произвольно установили, иногда нарушается.

Ученикъ. Да, но почему же порядокъ здѣсь не такъ простъ, какъ порядокъ въ числахъ и въ геометріи?

Учитель. Уже по одному тому, что мы имѣемъ несовершенныя свѣдѣнія о свойствахъ элементовъ. Напр., большую часть нашихъ опытовъ мы производимъ при температурахъ, которыя не многимъ отличаются отъ комнатной температуры, и при обыкновенномъ атмо-

сферномъ давленіи. Наши свѣдѣнія о свойствахъ элементовъ были бы совсѣмъ иными, если бы наблюдали ихъ при всевозможныхъ температурахъ и давленіяхъ.

Ученикъ. Значитъ, несовершенство дѣленія происходитъ только отъ несовершенства нашихъ знаній?

Учитель. Это очень вѣроятно, такъ какъ до сихъ поръ опытъ всегда показывалъ, что область науки становится тѣмъ яснѣе и нагляднѣе, чѣмъ точнѣе и шире наши знанія въ этой области.— Вернемся однако къ предмету нашей бесѣды. Металлы мы дѣлимъ прежде всего на легкіе и тяжелые.

Ученикъ. Что значитъ—легкіе металлы? Вѣдь всѣ тѣла имѣютъ вѣсъ, и слѣдовательно всѣ они тяжелы.

Учитель. Совершенно вѣрно. Легкими металлами—называютъ такіе, которыхъ плотность меньше, чѣмъ учетверенная плотность воды.

Ученикъ. Почему именно учетверенная?

Учитель. Потому что если мы, дѣля металлы на группы по ихъ плотности, границей будемъ считать учетверенную плотность воды, то окажется, что полученныя при этомъ двѣ группы наиболѣе рѣзко отличаются по другимъ своимъ свойствамъ. Здѣсь мы имѣемъ случай того совпаденія отличительныхъ признаковъ, о которомъ я говорилъ раньше.—Легкіе металлы распадаются на три группы—щелочные металлы, щелочноземельные металлы и земельные металлы. Въ эти группы входятъ слѣдующіе важнѣйшіе элементы:

Щелочн. металлы	Щелочноземельн. металлы	Земельн. металлы
Натрій	Магній	Аллюминій
Калій	Кальцій	

Ученикъ. Однако ихъ очень немного.

Учитель. Это не всѣ. Но другихъ я пока не называю; они или такъ рѣдко встрѣчаются или же ихъ значеніе въ практикѣ такъ невелико, что до поры, до времени, тебѣ незачѣмъ съ ними знакомиться.

Ученикъ. Аллюминій, который ты назвалъ, это—извѣстный, бѣлый, красивый металлъ?

Учитель. Да, если ты держалъ въ рукахъ кусокъ аллюминія, ты вѣроятно замѣтилъ, что онъ крайне легокъ. И въ самомъ дѣлѣ, онъ лишь въ 2,7 раза тяжеле воды.

Ученикъ. Да, аллюминій дѣйствительно легкій металлъ. А правда ли, что его дѣлаютъ изъ земли?

Учитель. Отчасти правда; но земля вѣдь не опредѣленное вещество, а случайная смѣсь всевозможныхъ горныхъ породъ и про-

дуктовъ ихъ вывѣтриванія. Но почти во всѣхъ камняхъ и земляхъ встрѣчается аллюминій въ формѣ кислороднаго соединенія. Напр. всѣ сорта глинъ содержатъ аллюминій.

Ученикъ. Ага, вотъ почему его называютъ земельнымъ металломъ. Но если онъ такъ часто встрѣчается, почему же онъ такъ дорогъ?

Учитель. Да онъ уже теперь не особенно дорогъ; 1 клгр. его стоитъ около 1 рубля 80 коп. А что онъ значительно дороже тѣхъ веществъ, изъ которыхъ его добываютъ, объясняется тѣмъ, что для выдѣленія его изъ его соединеній нужно затратить много труда. Добывать его научились лишь недавно, когда начали примѣнять для этого электрическій токъ. Значитъ разница въ цѣнѣ между аллюминіемъ и его соединеніями служитъ выраженіемъ количества работы или энергіи, которой въ аллюминіи содержится больше, чѣмъ въ соединеніяхъ, изъ которыхъ его добываютъ. Ты вѣдь знаешь, что работа даромъ нигдѣ не дается.

Ученикъ. А можно изъ аллюминія получить обратно работу?

Учитель. Конечно. Вотъ здѣсь у меня смѣсь аллюминія съ окисью желѣза, которую ты уже знаешь. Если я зажгу эту смѣсь, то она чрезвычайно сильно нагрѣвается, раскалится до—бѣла, причемъ выдѣлится металлическое желѣзо, а теплотой, которую развила смѣсь, можно будетъ воспользоваться какъ для различныхъ кузнечныхъ работъ, такъ и для плавленія.

Ученикъ. Это чудесный опытъ; какъ приготовить такую смѣсь?

Учитель. Порошокъ аллюминія и окись желѣза смѣшиваются въ отношеніи 1 : 3. Оба вещества должны быть раньше высушены при нагрѣваніи. Воспламененіе происходитъ при помощи тонкой ленты магнія (ты скоро ближе познакомишься съ нимъ), которая воткнута въ смѣсь и которую зажигаютъ спичкой. Смѣсь помѣщается въ обыкновенномъ глиняномъ тиглѣ или въ углубленіи, сдѣланномъ въ хорошо высушенномъ кирпичѣ.

Ученикъ. Что собственно происходитъ при этомъ?

Учитель. Окись желѣза, какъ ты знаешь, есть соединеніе желѣза съ кислородомъ. Если смѣсь аллюминія съ этой окисью сильно нагрѣть, то аллюминій соединяется съ кислородомъ, а желѣзо выдѣляется изъ соединенія. Такъ какъ при соединеніи кислорода съ аллюминіемъ освобождается больше работы, чѣмъ сколько ея нужно для отдѣленія кислорода отъ желѣза, то остается большой излишекъ ея, который и ощущается нами въ видѣ теплоты.

Ученикъ. Развѣ работа и теплота одно и то же?

Учитель. Да, поскольку одну можно превратить въ другую. Что работа переходитъ въ теплоту, ты можешь заключить изъ того, что при помощи тренія можно получить теплоту. А когда ты трешь два какихъ-нибудь предмета одинъ о другой, то ты вѣдь работаешь,—затрачиваешь работу.

Ученикъ. Да, теперь я понимаю. А въ паровой машинѣ работа получается изъ теплоты?

Учитель. Вѣрно. Однако намъ нужно теперь вернуться къ нашимъ легкимъ металламъ. Изъ щелочноземельныхъ металловъ тебѣ вѣроятно уже знакомъ магній.

Ученикъ. Не онъ ли такъ ярко горитъ?

Учитель. Да. Магній—это бѣлый, легкій металлъ, который можно зажечь и который горитъ очень яркимъ пламенемъ. Вотъ почему имъ и пользуются въ тѣхъ случаяхъ, когда нужно имѣть яркое пламя и не имѣютъ подъ руками электрическаго тока. Для этой цѣли магнію придаютъ форму узкой полоски или ленты. Здѣсь у меня кусокъ такой магніевой ленты; и въ этомъ видѣ она встрѣчается въ продажѣ. Я зажигаю магній, и ты видишь, съ какимъ ослѣпительнымъ блескомъ онъ сгораетъ.

Ученикъ. А что это за бѣлый пепелъ и бѣлый дымъ, которые при этомъ образовались?

Учитель. Ты это самъ долженъ былъ бы знать. Что такое горѣніе?

Ученикъ. Соединеніе съ кислородомъ. Значитъ, бѣлый порошокъ—это окись магнія?

Учитель. Конечно. А сильный свѣтъ—это признакъ того, что при соединеніи магнія съ кислородомъ освобождается очень много работы, которая является намъ въ видѣ свѣта и тепла.

Ученикъ. Развѣ свѣтъ тоже родъ работы?

Учитель. Конечно. Ты вѣдь знаешь, что растенія растутъ на солнечномъ свѣтѣ и увеличиваются при этомъ образуя древесину, листья и т. д. Дерево ты можешь сжечь и получить изъ него теплоту, что доказываетъ, что въ немъ скрыта работа. Эта работа произошла изъ солнечнаго свѣта, потому что растенія могутъ развиваться только на свѣту.

Ученикъ. А гдѣ встрѣчается магній?

Учитель. Его нужно, подобно аллюминію добывать изъ его соединеній при помощи электрической работы. Въ природѣ соединенія магнія, въ особенности соединенія его съ кислородомъ, встрѣ-

чаются въ большомъ количествѣ. Доломитъ, который образуетъ большія горы, богатъ соединеніями магнія; они встрѣчаются во всѣхъ почти горныхъ породахъ.

Ученикъ. Что это за магнезія, которую употребляютъ какъ лекарство? Имѣетъ ли она что нибудь общее съ металломъ магніемъ?

Учитель. Да, это окись магнія, то именно вещество, которое образуется при сжиганіи металла. Равнымъ образомъ и горькая соль, которая примѣняется въ медицинѣ, есть соединеніе магнія. Позже со всѣми этими веществами ты познакомишься подробнѣе.

Ученикъ. Собственно я очень хотѣлъ бы услышать немного больше о магніи, такъ какъ при этомъ я узналъ бы о многихъ интересныхъ вещахъ.

Учитель. То же самое ты найдешь при другихъ элементахъ. Напр. кальцій мало извѣстенъ въ видѣ металла, такъ какъ выдѣленіе его изъ соединеній требуетъ еще больше работы, чѣмъ при магніи; сгораетъ же онъ еще легче послѣдняго.

Ученикъ. Почему же я долженъ познакомиться съ нимъ уже теперь?

Учитель. Потому что его соединенія очень распространенны; онъ принадлежитъ къ тѣмъ элементамъ, которыми земная поверхность всего богаче. Известнякъ, изъ котораго состоятъ цѣлыя горныя породы, есть соединеніе кальція; мѣлъ и мраморъ представляютъ собою то же самое соединеніе, только въ иныхъ формахъ.—

Ученикъ. Но вѣдь известнякъ, мѣлъ и мраморъ отличаются другъ отъ друга!

Учитель. Да, по своему внѣшнему виду. Но если я небольшой кусокъ каждаго изъ этихъ веществъ оболью соляной кислотой, то окажется, что всѣ они зашипятъ и станутъ выдѣлять изъ себя газъ. А если къ получившимся при этомъ растворамъ я прибавлю разведенной сѣрной кислоты, то во всѣхъ трехъ случаяхъ образуется бѣлый остатокъ. И есть еще много другихъ реакцій, которыя сходны для всѣхъ трехъ минераловъ. Различіе же ихъ заключается только въ томъ, что мѣлъ состоитъ изъ частичекъ гораздо болѣе мелкихъ, чѣмъ другіе два минерала, и что известнякъ содержитъ обыкновенно примѣси, которыя дѣлаютъ его цвѣтъ сѣрымъ. Мраморъ также часто содержитъ примѣси, пріобрѣтая вслѣдствіе этого красный, даже черный цвѣтъ. Такимъ образомъ, эти три минерала физически различны, но химически—они тождественны.

Ученикъ. Существуютъ еще другія соединенія кальція?

Учитель. Въ безчисленномъ количествѣ. Изъ известняка получается при сильномъ накаливаніи жженая известь; при обливаніи водой она нагрѣвается, вспучивается, а съ большимъ количествомъ воды даетъ известковую кашицу; смѣшивая эту кашицу съ пескомъ получаютъ известку. Гипсъ и цементъ тоже—соединенія кальція.

Ученикъ. О нихъ я хотѣлъ бы узнать больше того, что ты мнѣ сказалъ!

Учитель. Тебѣ придется повременить; иначе мы не закончимъ нашей таблицы. Теперь намъ остается еще первая группа, щелочные металлы. Посмотри; вотъ, въ этой стекляной трубочкѣ у меня натрій.

Ученикъ. Онъ такой же бѣлый, какъ серебро. Но почему же трубочка запаяна?

Учитель. Потому что натрій уже при обыкновенной температурѣ легко соединяется съ кислородомъ воздуха. Такъ какъ въ запаянную трубочку воздухъ проникнуть не можетъ, то металлъ въ ней остается неизмѣннымъ, сохраняя свой бѣлый цвѣтъ и серебристый блескъ. Вотъ эти сѣрые кусочки тоже натрій.

Ученикъ. Но вѣдь они имѣютъ совсѣмъ другой видъ!

Учитель. Это только на поверхности, гдѣ образовалось соединеніе съ кислородомъ. Если я удалю ножомъ верхній слой, то подъ нимъ окажется бѣлый металлъ.

Ученикъ. Но онъ сейчасъ же опять становится сѣрымъ!

Учитель. Да, онъ соединяется съ кислородомъ воздуха.

Ученикъ. Что это за жидкость, въ которой лежатъ куски натрія?

Учитель. Это обыкновенная нефть. Я уже раньше сказалъ тебѣ, что она состоитъ изъ углерода и водорода и не содержитъ кислорода. Поэтому въ ней можно сохранить натрій и такимъ образомъ предохранять его отъ соединенія съ кислородомъ.

Ученикъ. Можно ли изъ этого соединенія получить обратно натрій и кислородъ?

Учитель. Конечно. Я бросаю кусочекъ натрія на воду. Онъ нагрѣвается, плавится и бѣгаетъ по водѣ все болѣе и болѣе уменьшаясь. Поберегись, теперь послѣдуетъ небольшой взрывъ. А теперь, видишь, весь натрій исчезъ.

Ученикъ. Куда же онъ дѣлся?

Учитель. Онъ отнялъ отъ воды кислородъ и перешелъ въ окись натрія, которая растворилась въ водѣ.

Ученикъ. Эта окись встрѣчается въ природѣ?

Учитель. Нѣтъ, ее нужно приготовлять искусственно. Но есть другое соединеніе натрія, которое встрѣчается въ природѣ; это обыкновенная или поваренная соль.

Ученикъ. Съ чѣмъ соединенъ здѣсь натрій?

Учитель. Съ хлоромъ.

Ученикъ. Это мнѣ кажется невѣроятнымъ.

Учитель. Почему?

Ученикъ. Натрій—ѣдкое вещество, хлоръ тоже, а соединеніе ихъ даетъ обыкновенную соль, которую можно ѣсть!

Учитель. Ты какъ будто забылъ, то что я тебѣ говорилъ и опять полагаешь, что элементы остаются въ соединеніяхъ какъ таковые. Говоря, что поваренная соль есть соединеніе натрія и хлора, мы говоримъ лишь то, что изъ этихъ двухъ элементовъ можно приготовить поваренную соль и наоборотъ изъ поваренной соли оба эти элемента.

Ученикъ. А это въ самомъ дѣлѣ возможно?

Учитель. Ты въ этомъ позже самъ убѣдишься.

Ученикъ. Я съ нетерпѣніемъ жду, когда я увижу и изучу всѣ эти удивительныя вещи.

Учитель. Теперь мы разсмотримъ послѣдній изъ легкихъ металловъ—калій. Вотъ стеклянная трубочка съ каліемъ.

Ученикъ. Онъ совсѣмъ похожъ на натрій.

Учитель. Да, и свойства его тѣ же. Если кусочекъ калія, который также сохраняется въ нефти, я брошу на воду, то дѣйствіе будетъ столь сильно, что появится красно-фіолетовое пламя.

Ученикъ. Калій тоже не встрѣчается въ природѣ въ видѣ металла?

Учитель. Нѣтъ! Если бы онъ гдѣ нибудь и появился, то сейчасъ же вступилъ бы въ реакцію съ водой, которая вездѣ имѣется, и превратился бы въ кислородное соединеніе.

Ученикъ. Какія соединенія калія существуютъ?

Учитель. Ихъ очень много. Изъ тѣхъ веществъ, которыя ты знаешь, я назову селитру. Затѣмъ калій образуетъ составную часть многихъ минераловъ; такъ, онъ содержится въ обыкновенномъ красномъ полевомъ шпатѣ. Соединенія калія изъ горныхъ породъ попадаютъ въ почву, а оттуда въ растенія, которыя для своей жизни нуждаются въ каліѣ. Вотъ почему въ золѣ растеній мы находимъ соединенія калія. При сжиганіи растеній эти соединенія, благодаря своей нелетучести, не исчезаютъ, а остаются; водой ихъ можно извлечь изъ золы и затѣмъ испаривъ воду получить ихъ въ твердомъ со-

стоянiи. Получаемая такимъ образомъ бѣлая солеобразная масса называется поташомъ.

Ученикъ. Я могъ бы это сдѣлать.

Учитель. Это очень легко; стоитъ только смѣшать древесную золу съ водой и вылить смѣсь на фильтръ. Сквозь фильтръ стечетъ прозрачная жидкость, имѣющая вкусъ мыла и при выпариванiи на теплой печкѣ превращающаяся въ сѣрую или бѣлую соль. Но не забудь, что нужно взять древесную золу, а не золу отъ каменнаго угля, такъ какъ такая зола совсѣмъ не содержитъ поташа.

Ученикъ. Сегодня я такъ много узналъ, что, боюсь, не смогу удержать всего въ памяти.

Учитель. Все то, о чемъ мы говорили сегодня, встрѣтится намъ еще и позже, когда мы будемъ изучать соединенiя отдѣльныхъ элементовъ. Сегодня я только показалъ тебѣ, что со многими химическими веществами ты уже встрѣчался въ твоей жизни и знаешь ихъ. Но конечно научное знанiе объ этихъ веществахъ и ихъ свойствахъ, т. е. знанiе, которое выражается въ извѣстныхъ правилахъ, ты прiобрѣтешь впослѣдствiи.

Ученикъ. Недостатка во вниманiи и прилежанiи у меня навѣрное не будетъ.

15. Тяжелые металлы.

Учитель. Сегодня мы будемъ бесѣдовать о тяжелыхъ металлахъ. Къ нимъ относятся уже съ давнихъ поръ извѣстные металлы, какъ-то мѣдь, золото, желѣзо, олово и свинецъ.

Ученикъ. Почему эти именно металлы стали извѣстны прежде другихъ?

Учитель. Золото встрѣчается на землѣ въ свободномъ состоянiи. Мѣдь, олово и свинецъ очень легко выплавляются изъ своихъ рудъ, такъ что уже въ очень отдаленныя времена умѣли ихъ получать безъ особенныхъ затрудненiй. Желѣзо вошло въ употребленiе гораздо позже, такъ какъ добыванiе его гораздо труднѣе.—Прежде всего составимъ таблицу тяжелыхъ металловъ, въ которую включимъ лишь важнѣйшiе изъ нихъ:

Желѣзо	Никкель	Мѣдь	Серебро	Золото
Марганецъ	Хромъ	Свинецъ	Олово	Платина
Кобальтъ	Цинкъ	Ртуть		

Ученикъ. Я знаю почти всѣ эти металлы.

Учитель. О марганцѣ ты узнаешь немногое. Это металлъ, очень сходный съ желѣзомъ; съ кислороднымъ соединеніемъ его ты познакомился при нашихъ предыдущихъ опытахъ; оно называется пиролюзитомъ, и мы пользовались имъ для того, чтобы облегчитъ выдѣленіе кислорода изъ бертолетовой соли.

Ученикъ. Вѣдь кобальтъ синяя краска. Развѣ она тоже элементъ.

Учитель. Нѣтъ, синяя краска это соединеніе элемента кобальта. Онъ тоже сходенъ съ желѣзомъ, но лучше сохраняется на воздухѣ и не ржавѣетъ, какъ желѣзо. А никкель ты знаешь?

Ученикъ. Да грошъ называютъ никкелемъ.

Учитель. Дѣйствительно, монеты въ десять пфенниговъ сдѣланы изъ никкеля. Кромѣ того изъ него изготовляется кухонная посуда. Этотъ металлъ гораздо бѣлѣе, чѣмъ желѣзо; онъ почти также бѣлъ, какъ серебро, и во влажномъ воздухѣ онъ сохраняетъ свой цвѣтъ—не ржавѣетъ. Притомъ онъ твердъ и трудно плавится; вотъ почему это—довольно цѣнный металлъ.

Ученикъ. А что происходитъ съ желѣзомъ, когда оно ржавѣетъ?

Учитель. Оно соединяется съ кислородомъ воздуха и водой. Поэтому желѣзо въ сухомъ воздухѣ сохраняется лучше, чѣмъ во влажномъ.

Ученикъ. Что значитъ никкелировать?

Учитель. Это значитъ покрывать никкелемъ. Изъ растворовъ никкелевыхъ соединеній можно, при помощи электрическаго тока, осадить никкель на различные металлическіе предметы. И такъ какъ никкель хорошо сохраняется на воздухѣ, то предметы, покрытые никкелемъ или „никкелированные" также лучше сохраняются, чѣмъ предметы не никкелированные.

Ученикъ. Хрома я совершенно не знаю.

Учитель. Объ этомъ металлѣ я тебѣ скажу теперь не очень много. Онъ бѣлѣе желѣза, очень твердъ и плавится очень трудно. Многіе его соединенія ярко окрашены, и употребляются поэтому живописцами и красильщиками какъ матеріалъ для красокъ. Цинкъ ты знаешь?

Ученикъ. Это тотъ бѣлый или свѣтло-сѣрый металлъ, изъ котораго дѣлаются кровельные жолоба, крыши и ванны для купанія?

Учитель. Да; онъ гораздо мягче и легче плавится, чѣмъ другіе названные до сихъ поръ металлы.—Обратимся теперь къ группѣ мѣди. Этотъ металлъ ты конечно хорошо знаешь.

Ученикъ. И свинецъ я знаю; онъ такой тяжелый.

Учитель. Его плотность равна 11, 4. Онъ легко плавится и мягокъ. Большинство металловъ, имѣющихъ низкую температуру плавленія, мягки.

Ученикъ. И наоборотъ.

Учитель. Нѣтъ; золото и серебро довольно мягки, однако они имѣютъ очень высокую температуру плавленія. Но относительно олова это вѣрно; олово очень мягко.

Ученикъ. И оно легко плавится. На новый годъ мы плавили его и затѣмъ выливали въ воду. При этомъ получались какія-то узорчатыя фигуры, отчего это?

Учитель. Ты и самъ могъ бы отвѣтить. Олово плавится при 235°; что получится, если воду привести въ соприкосновеніе съ расплавленнымъ оловомъ?

Ученикъ. Вода начнетъ кипѣть. Теперь я понимаю: вода образуетъ паръ и какъ бы вспучиваетъ жидкій металлъ.

Учитель. Вѣрно! И металлъ, приходя въ соприкосновеніе съ остальной водой, застываетъ въ такомъ видѣ.—Что ты знаешь о ртути?

Ученикъ. Что она жидка при обыкновенной температурѣ.

Учитель. Это единственный металлъ, имѣющій такое свойство. Но это не единственный жидкій элементъ; бромъ, вѣдь, при обыкновенной температурѣ тоже жидкость.—Серебро ты также знаешь?

Ученикъ. Да, я знаю серебряныя монеты и серебряныя чайныя ложечки,

Учитель. Ртуть и серебро принадлежатъ къ благороднымъ металламъ; къ нимъ же принадлежатъ золото и платина изъ сосѣдней группы.

Ученикъ. Почему ихъ называютъ благородными? потому что они дороги?

Учитель. Собственно не потому; существуютъ и другіе очень рѣдкіе металлы, которые гораздо дороже, но которые не называются благородными. Нѣтъ, они называются такъ потому, что и при нагрѣваніи они остаются блестящими, а не становятся черными и некрасивыми, какъ другіе металлы.

Ученикъ. Отчего же это происходитъ?

Учитель. Ты долженъ самъ отвѣтить. Вѣдь я уже сказалъ тебѣ, что происходитъ съ желѣзомъ, когда оно нагрѣвается на воздухѣ.

Ученикъ. Да, оно соединяется съ кислородомъ; то же самое происходитъ и съ другими металлами. А благородные металлы развѣ не могутъ образовать соединеній съ кислородомъ?

Учитель. Могутъ, они также даютъ окиси, Но эти окиси имѣютъ свойство при нагрѣваніи распадаться на металлъ и кислородъ. Ты уже видѣлъ это при опытахъ съ окисью ртути.

Ученикъ. Ахъ, да; окиси не могутъ образоваться при нагрѣваніи потому, что онѣ сейчасъ распадаются.

Учитель. Вѣрно. Для того чтобы соединить эти металлы съ кислородомъ, нужно затратить работу, а одно нагрѣваніе не можетъ произвести эту работу.

Ученикъ. Благородные металлы развѣ не образуютъ никакихъ соединеній?

Учитель. Они даютъ нѣкоторыя соединенія, если ихъ обрабатывать такими веществами, которыя при соединеніи съ ними могутъ еще отдавать работу. Напр., серебро и ртуть соединяются съ сѣрой.

Ученикъ. Можно увидѣть это?

Учитель. Конечно. Я беру каплю ртути въ ступку и прабавляю немного сѣры; затѣмъ я растираю эту смѣсь. Что ты видишь?

Ученикъ. Смѣсь стала черной; образовался порошокъ, который похожъ на сажу. Что это такое?

Учитель. Это соединеніе сѣры со ртутью.—Точно также можно соединить серебро съ сѣрой. Попробуй серебрянную монету натереть сѣрой при помощи пробки.

Ученикъ. Монета стала черно-сѣрой

Учитель. Здѣсь получилось соединеніе обоихъ элементовъ. Серебро и ртуть соединяются точно также непосредственно съ хлоромъ, бромомъ и іодомъ.

Ученикъ. Значитъ относительно нихъ эти металлы не благородны?

Учитель. Нѣтъ. Но золото и платина еще болѣе благородны, такъ какъ они не соединяются съ сѣрой при растираніи.

Ученикъ. Они вообще ни съ чѣмъ не соединяются?

Учитель. Нѣтъ, они соединяются съ хлоромъ. Но при нагрѣваніи эти соединенія распадаются на элементы, подобно окиси ртути. —На этомъ мы сегодня закончимъ,

Ученикъ. Однако химія ужасно обширна!

16. Еще о кислородѣ.

Учитель. Сегодня мы познакомимся съ кислородомъ поближе.

Ученикъ. Да я уже знаю его.

Учитель. Ты знаешь его очень поверхностно, потому что тебѣ знакомо лишь немного изъ того, что о немъ извѣстно. Да и то, что я скажу тебѣ о немъ, есть небольшая часть всего того, что о немъ извѣстно.

Ученикъ. Но ты все знаешь о немъ?

Учитель. Нѣтъ, я думаю, что нѣтъ человѣка, который дѣйствительно зналъ бы все то, что извѣстно о кислородѣ.

Ученикъ. Я этого не понимаю; если ни одинъ человѣкъ этого не знаетъ, значитъ это неизвѣстно!

Учитель. Одинъ знаетъ одно, другой—другое, но ни одинъ не знаетъ всего. Затѣмъ всѣ свѣдѣнія находятся въ книгахъ, и они слѣдовательно доступны всякому, кто въ нихъ нуждается. По временамъ находятся люди, которые отыскиваютъ возможно большее количество этихъ свѣдѣній, сопоставляютъ въ одной книгѣ и тѣмъ самымъ избавляютъ другихъ отъ труда рыться по разнымъ книгамъ. Но эти люди даютъ конечно только краткія извлеченія; поэтому тотъ, кто почему либо хочетъ имѣть совершенно точныя свѣдѣнія о чемъ-либо, долженъ самъ просмотрѣть книги или путемъ опытовъ получить нужныя ему свѣдѣнія.

Ученикъ. А все, что написано въ книгахъ, вѣрно?

Учитель. Большей частью вѣрно, а если тамъ бываетъ что-нибудь ложное, то оно попадаетъ туда не намѣренно, а вслѣдствіе того, что авторъ какъ нибудь ошибся. Самая важная и великая черта научной литературы въ томъ и заключается, что почти каждое слово въ ней есть выраженіе честнаго мнѣнія.

Ученикъ. Но если авторъ чего нибудь не замѣтилъ и написалъ что нибудь ложное, то ошибка остается навсегда.

Учитель. Только до тѣхъ поръ, пока не становится въ противорѣчіе съ какимъ нибудь другимъ найденнымъ фактомъ. Тогда ошибка не только сама обнаруживается, но и выясняется даже, чѣмъ она была вызвана.—Вернемся теперь къ кислороду. Ты помнишь, какъ мы его получали.

Ученикъ. Да, изъ бѣлой соли. Какъ она называлась?

Учитель. Хлорноватокислымъ каліемъ. Двѣ пятыхъ части по вѣсу этой соли приходится на кислородъ; этотъ кислородъ выдѣля-

ется при умѣренномъ нагрѣваніи соли, если къ ней прибавить немного окиси желѣза или перекиси марганца

Ученикъ. Ты уже говорилъ мнѣ объ этомъ раньше. Но мнѣ это кажется настолько удивительнымъ, что я хотѣлъ бы увидѣть это. Не покажешь ли ты мнѣ какимъ образомъ окись желѣза облегчаетъ выдѣленіе кислорода?

Учитель. Охотно. Я расплавляю немного хлорноватокислаго калія въ пробиркѣ. Что ты видишь?

Ученикъ. Онъ плавится. Теперь онъ прозраченъ, какъ вода. Только подымаются маленькіе пузырьки.

Учитель. Это слѣды кислорода. Теперь я удаляю лампу и всыпаю въ пробирку немного окиси желѣза.

Ученикъ. Шипитъ, какъ зельтерская вода. Развѣ соль при этомъ закипаетъ?

Учитель. Нѣтъ; просто выдѣляется сразу много кислорода. Если я внесу въ трубку тлѣющую лучинку, то она воспламенится. А это, какъ ты знаешь, указываетъ на присутствіе кислорода. Ты видишь, хотя жидкая соль немного и охладилась, когда лампочка была удалена, однако выдѣленіе кислорода, послѣ прибавленія окиси желѣза, пошло гораздо быстрѣе.

Ученикъ. Это дѣйствительно замѣчательно. Какъ это происходитъ?

Учитель. Окисъ желѣза подѣйствовала такъ, какъ масло дѣйствуетъ на заржавѣвшую машину или какъ кнутъ дѣйствуетъ на лошадь.

Ученикъ. Я этого не понимаю.

Учитель. Часто замѣчается, что многіе химическіе процессы, которые сами по себѣ протекаютъ очень медленно, можно ускорить прибавляя нѣкоторыя вещества, которыя при этомъ не подвергаются замѣтнымъ измѣненіямъ. Въ настоящее время многіе занимаются изслѣдованіемъ этого вопроса, стараясь узнать, отъ чего зависятъ эти ускоренія, которыя называются каталитическимъ дѣйствіемъ; и быть можетъ черезъ нѣсколько лѣтъ я буду въ состояніи дать тебѣ на этотъ счетъ опредѣленныя свѣдѣнія. Пока же мы будемъ пользоваться этимъ фактомъ, какъ удобнымъ воспомогательнымъ средствомъ.

Ученикъ. Мнѣ тоже хочеться попытаться узнать, что такое каталитическія дѣйствія.

Учитель. Это хорошій планъ. Но теперь мы приготовимъ кислородъ. Ты знаешь уже, какъ его собираютъ. Я наполняю бу-

тылку водой и ожидаю, чтобы выдѣляющійся кислородъ вытѣснилъ воздухъ.

Ученикъ. Но при этомъ теряется немного кислорода.

Учитель. Этому нельзя помочь; если хотятъ имѣть чистый кислородъ, приходится пожертвовать небольшой его частью. Позже мы будемъ часто встрѣчаться съ этимъ обстоятельствомъ. Теперь я начинаю нагрѣвать, и ты видишь, что очень скоро изъ трубки начинаютъ выдѣляться пузырьки. Затѣмъ я помѣщаю бутылку на подставку; смотри, чтобы отверстіе бутылки всегда было подъ водой, иначе въ бутылку проникнетъ воздухъ.

Ученикъ. Теперь газъ выдѣляется быстро!

Учитель. Да, я лучше на минуту удалю огонь. А ты пока наполни еще одну бутылку водой и держи ее наготовѣ.

Ученикъ. Какъ же я опрокину ее такъ, чтобы вода не вылилась?

Учитель. Закрой отверстіе большимъ пальцемъ.

Ученикъ. Мой палецъ слишкомъ тонокъ!

Учитель. Въ такомъ случаѣ закрой его ладонью, или картономъ, или жестью. Лучше всего взять для этого пробку.

Ученикъ. Теперь первая бутылка наполнилась кислородомъ.

Учитель. Я закрываю ее пробкой подъ водой, вынимаю и ставлю въ сторонѣ.

Ученикъ. Почему ты ставишь ее въ опрокинутомъ видѣ?

Учитель. Пробка несовсѣмъ плотно закрываетъ бутылку, и если я опрокину ее, то стоящая надъ пробкой вода плотно закроетъ отверстіе. Теперь и вторая бутылка скоро наполнится; приготовь и остальныя бутылки для наполненія.

Ученикъ. Я и не думалъ, что въ такомъ небольшомъ количествѣ соли могло быть такъ много кислорода.—Вотъ и шестая бутылка наполовину полна. Но теперь уже больше ничего не выдѣляется.

Учитель. Вѣрно! Поэтому мы выймемъ трубку изъ воды. Иначе при охлажденіи сосуда, изъ котораго выдѣлялся кислородъ, вода поднимется вверхъ по трубкѣ, попадетъ въ сравнительно еще горячій сосудъ и надѣлаетъ тогда бѣдъ.

Ученикъ. Какъ обо всемъ нужно подумать!

Учитель. Искусство производить опыты въ томъ и заключается, что такія вещи входятъ въ привычку, такъ что ихъ дѣлаешь уже машинально, не думая о нихъ. Теперь мы займемся вопросомъ,

который мы до сихъ поръ откладывали, а именно вычисленіемъ плотности кислорода.

Ученикъ. Вычисленіемъ? Вѣдь раньше мы должны ее измѣрить!

Учитель. Измѣренія уже сдѣланы. Для полученія кислорода я взялъ 10 гр. хлорноватокислаго калія, въ немъ содержатся около 4 гр. кислорода, точнѣе—3,9 грам. Наши бутылки вмѣщаютъ около 1/2 литра или 500 куб. сант.; ты это видишь по числу 500, которымъ помѣчено дно бутылки. Значитъ мы получили немного меньше 3 литровъ кислорода; каждый литръ вѣситъ круглымъ числомъ 1,43 гр. или каждый кубическій сантиметръ вѣситъ 0,00143 гр. Слѣдовательно плотность кислорода и есть 0,00143.

Ученикъ. Я не думалъ, что это можно такъ легко сдѣлать.

Учитель. Мы сдѣлали это легко, но неточно. Я хотѣлъ тебѣ только показать путь, какимъ можно опредѣлить величину плотности; и только что сдѣланное нами измѣреніе конечно не можетъ служить образцомъ настоящихъ точныхъ измѣреній.

Ученикъ. Еще одно; ты хотя и сказалъ мнѣ, что въ 10 грам. хлорноватокислаго калія содержится 3,9 гр. кислорода, но не сказалъ, какъ это можно узнать.

Учитель. Это нетрудно; ты долженъ свѣсить пробирку съ хлорноватокислымъ каліемъ сначала до нагрѣванія и затѣмъ послѣ нагрѣванія.

Ученикъ. Да, теперь я понимаю; уменьшеніе вѣса должно быть равно вѣсу выдѣлившагося кислорода.

Учитель. Конечно; вотъ тебѣ случай, примѣненія закона сохраненія вѣса.

Ученикъ. Значитъ я примѣнилъ законъ природы, самъ этого не зная. Къ чему же выводить и заучивать законы природы, если ихъ и безъ того можно правильно примѣнять?

Учитель. Подобное примѣненіе—только случайность; такъ же легко можно сдѣлать и ложное примѣненіе. Для того чтобы оградить себя отъ послѣдняго, нужно точно выразитъ и сознательно примѣнять законъ. Теперь тебѣ это кажется затруднительнымъ; позже, если наши занятія будутъ имѣть такой результатъ, какого я ожидаю, ты почувствуешь необходимость видѣть въ каждомъ новомъ фактѣ съ которымъ ты познакомишься, лишь особый случай закона природы.

Ученикъ. Я не знаю, подвинусь ли я такъ далеко.

Учитель. Пока мы еще займемся кислородомъ. Когда мы собирали его надъ водой, ты ничего особеннаго не замѣтилъ?

Ученикъ. Нѣтъ.

Учитель. Пузырьки кислорода подымались въ водѣ вверхъ не уменьшаясь. Это доказываетъ, что кислородъ нерастворимъ или мало растворимъ въ водѣ.

Ученикъ. Развѣ газы могутъ растворяться въ водѣ?

Учитель. Конечно! Зельтерская вода представляетъ собою такой растворъ. Пока эта вода находится въ бутылкѣ, она совершенно прозрачна; но когда ты ее выливаешь, то растворенный въ ней газъ начинаетъ выдѣляться.

Ученикъ. Да, я это видѣлъ. Но почему газъ при выливаніи выдѣляется?

Учитель. Газы тѣмъ больше растворяются въ водѣ и въ другихъ жидкостяхъ, чѣмъ давленіе больше. Въ бутылкѣ растворъ находится подъ довольно большимъ давленіемъ; когда же бутылки открываютъ, давленіе прекращается, и растворенный газъ стремится выйти вонъ изъ воды.

Ученикъ. А, вотъ какъ; поэтому вода шумитъ и пѣнится. А что это за газъ?

Учитель. Это двуокись углерода, тотъ самый газъ, который образуется при горѣніи угля на воздухѣ или въ кислородѣ. Мы позже познакомимся съ нимъ.

Ученикъ. Значитъ дымомъ можно пользоваться для добыванія зельтерской воды!

Учитель. Нѣтъ, потому что въ дымѣ газъ смѣшанъ съ азотомъ воздуха и другими скверно пахнущими продуктами горѣнія угля.

Ученикъ. Да я только пошутилъ.

Учитель. Объ этомъ можно и серьезно говорить. Если бы двуокись углерода была дорого стоющимъ веществомъ, то навѣрное уже стали бы думать надъ тѣмъ, чтобы добыть ее изъ дыма въ чистомъ видѣ, отдѣливъ отъ другихъ веществъ, находящихся тамъ. Но такъ какъ каждое подобное отдѣленіе требуетъ труда и денегъ, то прежде всего въ такихъ случаяхъ задаютъ себѣ вопросъ; нельзя ли получить то же самое вещество другимъ путемъ легче и дешевле? Отъ удачнаго рѣшенія этого вопроса зависитъ большая часть химической промышленности.—Вернемся однако къ кислороду. Онъ очень мало растворается въ водѣ; въ то время какъ опредѣленный объемъ воды поглощаетъ такой же объемъ двуокиси углерода, та же вода поглощаетъ $^1/_{50}$ часть по объему кислорода.

Ученикъ. А если увеличить давленіе?

Учитель. Дѣло отъ этого не измѣнится. Если увеличивается давленіе на газъ, то въ томъ же пространствѣ его больше вмѣщается и настолько же больше его растворяется въ водѣ, слѣдовательно, объемныя отношенія остаются тѣ же самыя. Но растворимость газа измѣняется вмѣстѣ съ температурой: чѣмъ температура выше, тѣмъ менѣе газъ растворяется. Что ты замѣчаешь, когда свѣжую воду изъ источника оставить на долгое время въ комнатѣ?

Ученикъ. Ты хочешь сказать о тѣхъ маленькихъ пузырькахъ воздуха, которые садятся на стѣнкахъ стакана?

Учитель. Да, именно о нихъ. Когда холодная вода, которая насыщена газами, согрѣвается, то часть газа должна выдѣлиться; она и выдѣляется въ видѣ пузырьковъ, которые мало по малу увеличиваются и поднимаются вверхъ.—До сихъ поръ мы имѣли дѣло съ кислородомъ, собраннымъ въ бутылкѣ, и мы изучали, что съ нимъ происходитъ, если его привести въ соприкосновеніе съ другими веществами. Теперь мы изучимъ его въ свободномъ состояніи.

Ученикъ. Это очень любопытно.

Учитель. Ты знаешь, что онъ образуетъ составную часть воздуха, а именно дѣятельную его часть. Другая составная часть называется азотомъ; въ этомъ газѣ животныя не могутъ жить и пламя тухнетъ. Такъ какъ воздухъ проникаетъ всюду, то вмѣстѣ съ нимъ и кислородъ проникаетъ всюду, и можетъ, слѣдовательно, соединяться съ тѣми веществами, которыя встрѣчаетъ на пути. Такъ обстоитъ дѣло съ тѣхъ поръ, какъ наша земля находитса въ условіяхъ, похожихъ на теперешнія условія, т. е. въ теченіе многихъ тысячелѣтій. А вслѣдствіе этого вездѣ на земной поверхности встрѣчаются соединенія разныхъ элементовъ съ кислородомъ. Большая часть окружающихъ насъ веществъ содержитъ кислородъ. Соединенія элементовъ съ кислородомъ называются окисями.

Ученикъ. Откуда происходитъ это названіе?

Учитель. Отъ названія oxygenium, такъ раньше называли кислородъ.—Это слово греческаго происхожденія и обозначаетъ то же самое, что слово кислородъ.

Ученикъ. Почему этому элементу дали такое смѣшное названіе? Вѣдь онъ не кислый.

Учитель. Онъ входитъ въ составъ многихъ кислыхъ веществъ. Раньше полагали, что отъ его присутствія зависитъ то обстоятельство, что эти вещества кислы, но позже оказалось, что это невѣрно.

Ученикъ. Почему же сохранили неправильное названіе?

Учитель. Мы теперь съ этимъ названіемъ не связываемъ представленія о способности обусловливать своимъ присутствіемъ кислыя свойства веществъ, поэтому оно никого не можетъ ввести въ заблужденіе.—Вернемся однако къ сути дѣла. Ты знаешь, что мы сжигаемъ горючія вещества не только для того, чтобы нагрѣть зимой наши жилища, но также и для того, чтобы привести въ дѣйствіе наши машины, передвигать тяжести и вообще совершать всякаго рода работу. Горѣніе состоитъ въ соединеніи съ кислородомъ; какимъ же образомъ оно можетъ производить работу?

Ученикъ. О, я это знаю изъ предыдущихъ уроковъ. Горѣніе есть химическій процессъ, при которомъ освобождается работа или энергія.

Учитель. Я очень радъ, что ты запомнилъ это. За то я задамъ тебѣ интересную загадку. Почему не сгораетъ уголь, который лежитъ у насъ въ погребѣ.

Ученикъ. Потому что мы его тамъ не зажигаемъ.

Учитель. Въ чемъ же состоитъ зажиганіе?

Ученикъ. Въ томъ, что мы сжигаемъ другія вещества возлѣ угля, пока онъ самъ не начинаетъ горѣть.

Учитель. Этотъ отвѣтъ не можетъ вполнѣ удовлетворить тебя. Какое дѣло углю до того, что рядомъ съ нимъ горятъ другія вещества?

Ученикъ. Да, такъ, погоди, теперь я знаю. Уголь нагрѣвается и затѣмъ загорается.

Учитель. Такъ, вѣрно. Значитъ горячій уголь соединяется съ кислородомъ, а холодный не соединяется; поэтому уголь горитъ въ печи, но не горитъ въ погребѣ. Нерѣдко, однако, случается, что уголь, сложенный въ большія кучи, загорается самъ собой, безъ посторонней помощи. Такая куча внутри всегда болѣе горяча, чѣмъ снаружи, и если своевременно не раскидать этой кучи для охлажденія, то она наконецъ загорится.

Ученикъ. Я этого не понимаю. Откуда же берется тепло?

Учитель. Вопросъ правильный. Оно берется оттого, что уголь горитъ.

Ученикъ Вѣдь онъ загорается уже позже!

Учитель. Нѣтъ, уголь постоянно горитъ. Но это горѣніе при низкой температурѣ совершается такъ медленно, что температура поднимается очень незначительно, и при этомъ не замѣчается ни паровъ, ни накаливанія. Когда уголь сложенъ въ кучу, образующееся внутри кучи тепло не можетъ быстро разсѣиваться, и темпе-

ратура вслѣдствіе этого поднимается. Тогда горѣніе происходитъ быстрѣе, температура еще болѣе повышается, и наконецъ становится столь высокой, что уголь накаливается и воспламеняется.

Ученикъ. Я не могу себѣ представить, чтобы уголь дѣйствительно могъ горѣть въ погребѣ.

Учитель. Я напомню тебѣ кое о чемъ другомъ. Что становится съ древеснымъ стволомъ, когда онъ лежитъ на воздухѣ?

Ученикъ. Онъ остается тѣмъ, чѣмъ былъ.

Учитель. Нѣтъ, не такъ. Когда дерево долго лежитъ, оно истлѣваетъ. Ты знаешь, что это значитъ?

Ученикъ. Дерево становится рыхлымъ н легкимъ.

Учитель. Да, и при этомъ оно все уменьшается и наконецъ совершенно исчезаетъ.

Ученикъ. Куда же оно дѣвается?

Учитель. Оно сгораетъ. Если дерево защищено отъ дѣйствія кислорода, оно такъ не измѣняется.

Ученикъ. Но какъ же можно назвать это горѣніемъ, когда нѣтъ никакого пламени?

Учитель. Горѣніе въ химическомъ смыслѣ это—соединеніе съ кислородомъ, все равно—есть-ли при этомъ пламя, или его нѣтъ. Вѣдь пламя или вообще явленіе накаливанія появляется только тогда, когда температура поднимается достаточно высоко, по крайней мѣрѣ до 500^{0}; ниже этой температуры тѣла не могутъ накалиться и испускать свѣтъ. А поднимется ли температура такъ высоко или нѣтъ, зависитъ не отъ химическаго пропесса, а отъ того, будетъ ли выдѣляющаяся при процессѣ теплота задерживаться какимъ нибудь образомъ на мѣстѣ выдѣленія или же будетъ легко разсѣиваться.

Ученикъ. Много ли такихъ горѣній безъ свѣта и безъ теплоты?

Учитель. Очень много; но эти „темныя горѣнія" вовсе не происходитъ безъ выдѣленія теплоты; они выдѣляютъ ровно столько же теплоты, сколько ея выдѣлялось бы при такомъ же горѣніи съ пламенемъ. При каждомъ процессѣ важно лишь то, чтобы начало и конецъ его были одинаковы, тогда выдѣляющееся при этомъ количество тепла остается однимъ и тѣмъ же, все равно — продолжается ли процессъ долгое или короткое время.

Ученикъ. Но если уголь сильно горитъ въ печи, то вѣдь печь станетъ теплѣе.

Учитель. Количество теплоты, получающееся при горѣніи опредѣленнаго количества угля, остается всегда однимъ и тѣмъ же. Но если ты въ то же самое время сжигаешь больще угля, ты сообщаешь печкѣ больше теплоты и она дѣлается горячѣе.

Ученикъ. Все же я не совсѣмъ это понимаю.

Учитель. Печь съ одной стороны получаетъ тепло отъ сжигаемаго угля, съ другой стороны теряетъ его, согрѣвая комнату. Это значитъ похоже на то, какъ если бы вода притекала въ ведро съ отверстіемъ въ днѣ. Чѣмъ быстрѣе вода притекаетъ, тѣмъ выше уровень ея въ ведрѣ, но это совсѣмъ не зависитъ отъ всего количества воды, которое протекаетъ черезъ ведро (въ отверстіе).

Ученикъ. Да, теперь я понялъ. Въ случаѣ тлѣющаго дерева вода такъ сказать настолько медленно притекаетъ въ ведро, что ее трудно замѣтить. Но какъ же можемъ знать, что здѣсь дѣйствительно получается столько же тепла, сколько получается при обыкновенномъ горѣніи.

Учитель. Это выводится изъ закона, что энергія никогда не исчезаетъ и не создается изъ ничего. Этотъ законъ провѣрялся и оправдывался въ различныхъ случаяхъ столько разъ, что его спокойно можно примѣнять и въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ его еще не провѣряли.

Ученикъ. Но развѣ невозможно, чтобы онъ оказался въ какомъ нибудь случаѣ ложнымъ?

Учитель. Конечно, это возможно. Но въ такомъ случаѣ примѣненіе закона приведетъ къ противорѣчіямъ, и ошибка скоро станетъ очевидной.—Ты знаешь какую роль воздухъ играетъ для животныхъ?

Ученикъ. Они не могутъ жить безъ воздуха. Я поэтому и дѣлаю отверстія въ бумагѣ, которой закрываю свои склянки съ гусеницами.

Учитель. Но вѣдь въ склянкахъ уже имѣется воздухъ. Въ такомъ случаѣ отверстія лишни.

Ученикъ. Животнымъ нуженъ всегда свѣжій воздухъ.

Учитель. Почему?

Ученикъ. Да, я такъ училъ. И человѣкъ нуждается въ свѣжемъ воздухѣ, если онъ хочетъ быть здоровымъ,

Учитель. Совершенно вѣрно. Все дѣло здѣсь въ томъ, чтобы животныя и человѣкъ получали достаточно кислорода. Дыханіе состоитъ въ томъ, что кислородъ воздуха поступаетъ въ легкія, тамъ принимается кровью и разносится по всему тѣлу.

Ученикъ. Что онъ тамъ дѣлаетъ?

Учитель. Сжигаетъ тѣло.

Ученикъ. Это конечно шутка?

Учитель. Нисколько. Въ тѣлѣ происходитъ то, что я говорилъ тебѣ раньше объ углѣ въ погребѣ и о тлѣющемъ деревѣ. Отдѣльныя вещества тѣла соединяются съ кислородомъ, конечно не такъ быстро, какъ горящее дерево.

Ученикъ. Отъ этого, можетъ быть, происходитъ теплота тѣла.

Учитель. Конечно. Мертвый человѣкъ уже не дышетъ, и тѣло его поэтому становится холоднымъ. Но горѣніе служитъ не только для нагрѣванія. Тѣло производитъ всякаго рода работу, которая должна быть взята откуда нибудь, такъ какъ она не можетъ создаться изъ ничего. И эта работа или энергія создается горѣніемъ.

Ученикъ. Значитъ и мое, и твое тѣло должны были бы мало по малу сгорѣть.

Учитель. Да, если бы имъ не доставлялся постоянно новый горючій матеріалъ. Этотъ матеріалъ—пища.

Ученикъ. Слѣдовательно я могъ бы питаться деревомъ и углемъ.

Учитель. Да, если бы ты могъ ихъ переваривать, т. е. если бы твой желудокъ былъ въ состояніи перевести эти вещества въ растворимыя соединенія, которыя уносились бы соками тѣла въ тѣ мѣста, гдѣ они встрѣчаются съ кислородомъ. Впрочемъ, коровы напримѣръ могутъ переваривать и дерево, если оно дается имъ въ хорошо размолотомъ состояніи. Вещества, изъ которыхъ состоятъ трава и сѣно, немногимъ отличаются отъ дерева.

Ученикъ. Питательныя вещества сгораютъ въ легкихъ?

Учитель. Ты полагаешь это потому, что воздухъ при дыханіи поступаетъ въ легкія? Нѣтъ, въ легкихъ кислородъ воздуха впитывается кровью, а оттуда по кровеноснымъ сосудамъ разносится во всѣ ткани тѣла. Тамъ онъ встрѣчается съ растворенными пищевыми веществами и сжигаетъ ихъ. Но питательныя вещества имѣютъ и другое назначеніе, они идутъ на возстановленіе изношенныхъ частей тѣла. Если ты сравнишь тѣло съ паровой машиной, то пищевыя вещества будутъ играть роль не только угля, которымъ топятъ, но и металла, который идетъ на починку машины.

Ученикъ. Это у всѣхъ животныхъ такъ, или только у теплокровныхъ.

Учитель. Ты думаешь, что у холоднокровныхъ дѣло обстоитъ не такъ, потому что они не выдѣляютъ теплоты? Это неправильно, потому что и эти животныя теплѣе окружающей ихъ среды и также дышатъ. Всѣ животныя уже по тому одному нуждаются въ пищѣ и кислородѣ, что помимо тепла, имъ нужно производить разнаго рода работу, напр. движеніе.

Ученикъ. Но растенія не движутся; что же происходитъ у нихъ?

Учитель. Для растеній существуютъ совсѣмъ особыя условія, которыхъ ты теперь еще не поймешь. Позже мы вернемся къ нимъ, и тогда ты сможешь охватить такъ сказать всѣ эти вещи въ ихъ взаимной связи.

Ученикъ. Сегодня я узналъ много интереснаго!

17. Водородъ.

Учитель. Сегодня у насъ будетъ рѣчь о водородѣ. Ты знаешь, почему онъ такъ названъ?

Ученикъ. Потому что онъ находится въ водѣ.

Учитель. Не совсѣмъ правильно; потому что его можно получить изъ воды. Водородъ—составная часть воды. Какія еще составныя части содержитъ вода?

Ученикъ. Ты, кажется, уже говорилъ: кислородъ.

Учитель. Вѣрно! Вода состоитъ изъ кислорода и водорода, т. е. изъ этихъ двухъ элементовъ можно получить воду, а изъ воды можно получить эти два элемента. Какъ ты думаешь, какимъ образомъ, можно получить изъ воды водородъ?

Ученикъ. Я навѣрное не знаю. Можетъ быть, если нагрѣть воду, то она распадется на свои два элемента, какъ окись ртути распадается на свои составныя части.

Учитель. Это хорошая мысль. Но ты уже знаешь, что дѣлается съ водой при нагрѣваніи.

Ученикъ. Она обращается въ паръ.

Учитель. Такъ. Но вѣдь паръ это-та же вода только въ другомъ состояніи.

Ученикъ. Можетъ быть, нужно нагрѣть сильнѣе.

Учитель. Ты угадалъ; если очень сильно нагрѣть паръ, то онъ отчасти распадается на кислородъ и водородъ. Но если затѣмъ охладить смѣсь, то они опять соединяются, образуя воду, и только при помощи особыхъ приспособленій можно доказать, что такое распа-

деніе происходитъ въ дѣйствительности. Да и кромѣ того мы получаемъ такимъ образомъ лишь смѣсь кислорода и водорода, а раздѣлить такую смѣсь—задача нелегкая.

Ученикъ. Значитъ нужно постараться какъ нибудь удержать кислородъ. Нельзя ли сдѣлать его жидкимъ, какъ ртуть при разложеніи окиси ртути?

Учитель. Для этого нужно было бы охладить смѣсь ниже—180° С. Но это неудобный способъ. Я укажу тебѣ на другой: мы удалимъ кислородъ не какъ элементъ, а какъ соединеніе съ какимъ нибудь другимъ элементомъ, и выберемъ для этого такой элементъ, чтобы его соединеніе съ кислородомъ не было летучимъ.

Ученикъ. Я не совсѣмъ понимаю.

Учитель. Я сейчасъ объясню тебѣ, въ чемъ дѣло. Мы пропустимъ водяной паръ надъ раскаленнымъ желѣзомъ. Ты знаешь, что желѣзо охотно соединяется съ кислородомъ.

Ученикъ. Да, оно сгорало въ немъ и разбрасывало такія красивыя искры!

Учитель. Такъ вотъ желѣзо дѣйствуетъ на водяной паръ, такъ, что отнимаетъ отъ него кислородъ, образуя окись желѣза; водородъ же выдѣляется при этомъ въ свободномъ состояніи. Окись желѣза—твердое тѣло даже при высокой температурѣ и остается поэтому въ томъ самомъ мѣстѣ, гдѣ было желѣзо; а водородъ, какъ газъ, уходитъ дальше, и его можно собрать надъ водой, какъ мы собирали кислородъ.

Ученикъ. Все таки мнѣ это кажется удивительнымъ.

Учитель. Я приведу тебѣ сравненіе. Кислородъ это—кость, которою завладѣла кошка—водородъ. Затѣмъ появляется собака—желѣзо и отнимаетъ у кошки кость, кошка—водородъ убѣгаетъ, лишившись кости.

Ученикъ. Значитъ желѣзо сильнѣе водорода и потому оно отнимаетъ у него кислородъ!

Учитель. Такъ приблизительно смотрѣли на дѣло прежніе химики, и ты можешь пока довольствоваться такимъ сравненіемъ. Позже, когда ты будешь болѣе знакомъ съ химіей, ты получишь и болѣе точное представленіе объ этихъ вещахъ.

Ученикъ. Я могу видѣть этотъ опытъ?

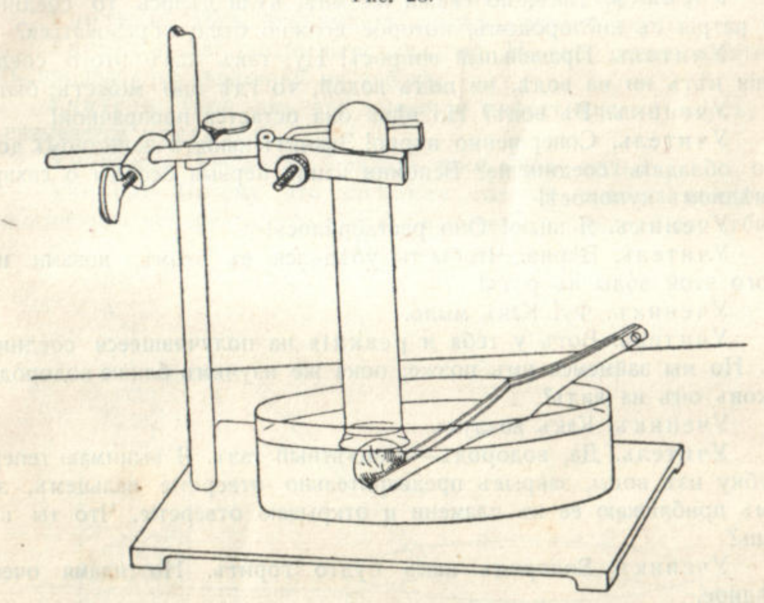
Учитель. Его не такъ просто можно сдѣлать, какъ мы дѣлали предыдущіе опыты, такъ какъ для него требуется довольно сильное нагрѣваніе. Лучше всего наполнить кусокъ желѣзной газопроводной трубы пучками желѣзной проволоки, накалить эту трубу по

серединѣ и пропустить черезъ нее паръ изъ колбы съ кипящей водой. Къ другому концу трубы нужно придѣлать стеклянную трубку, и подвести ее подъ опрокинутую надъ водой бутылку, тогда пузырьки газа будутъ подыматься и собираться въ бутылкѣ, какъ это было, когда мы собирали кислородъ.

Ученикъ. Жалко, что я этого не увижу.

Учитель. За то я покажу тебѣ другой опытъ, при которомъ ты увидишь нѣчто подобное. Ты помнишь, что въ поваренной соли содержится одинъ элементъ—металлъ, который называется натріемъ. Вотъ здѣсь у меня небольшой кусокъ этого металла. Я уже показалъ тебѣ, что онъ жадно соединяется съ кислородомъ при обыкновенной температурѣ и даже отнимаетъ его у воды.—Я беру кусочекъ натрія, величиной въ перечное зерно, заворачиваю его въ фильтровальную бумагу и при помощи щипцовъ помѣщаю его подъ опрокинутую надъ водой пробирку (фиг. 23).

Рис. 23.



Ученикъ. Натрій уходитъ изъ бумаги! Онъ какъ будто закипаетъ, и въ пробиркѣ собирается что-то, похожее на воздухъ.

Учитель. Натрій дѣлаетъ то же самое, что, какъ я тебѣ раньше говорилъ, сдѣлало бы желѣзо, но онъ это дѣлаетъ при обыкновенной температурѣ и много скорѣе. Онъ отнимаетъ у воды кислородъ, а водородъ становится свободнымъ.

Ученикъ. А зачѣмъ ты завернулъ его въ бумагу?

Учитель. Иначе его трудно было бы внести въ трубку, такъ какъ онъ выскользнулъ бы изъ щипцовъ. Вѣдь онъ сейчасъ же при внесеніи въ воду нагрѣвается и плавится. Такъ какъ мы получили лишь немного водорода, я еще разъ повторю опытъ, и ты замѣтишь, что натрій вращается на водѣ въ видѣ жидкаго шарика.

Ученикъ. Почему ты сразу не взялъ больше натрія?

Учитель. Потому что опытъ несовсѣмъ безопасенъ, если брать большіе куски. Часто въ натрѣ находятся примѣси, благодаря которымъ происходитъ взрывъ. Поэтому нужно брать всегда небольшія количества, при которыхъ взрывъ не опасенъ. Замѣть это себѣ на тотъ случай, если ты захочешь самъ произвести опытъ.

Ученикъ. Такъ; но скажи же мнѣ, куда дѣлось то соединеніе натрія съ кислородомъ, которое должно было образоваться?

Учитель. Правильный вопросъ! Ну, такъ какъ этого соединенія нѣтъ ни на водѣ, ни подъ водой, то гдѣ оно можетъ быть?

Ученикъ. Въ водѣ? Но вѣдь она остается прозрачной!

Учитель. Совершенно вѣрно! Значитъ какимъ свойствомъ должно обладать соединеніе? Вспомни наши первыя бесѣды о сахарѣ и мѣдномъ купоросѣ!

Ученикъ. Я знаю! Оно растворилось!

Учитель. Вѣрно. Чтобы ты убѣдился въ этомъ, возьми немного этой воды въ ротъ!

Ученикъ. Фу! Какъ мыло.

Учитель. Вотъ у тебя и реакція на получившееся соединеніе. Но мы займемся имъ позже; пока же изучимъ ближе водородъ. Каковъ онъ на видъ?

Ученикъ. Какъ воздухъ.

Учитель. Да, водородъ—безцвѣтный газъ. Я вынимаю теперь трубку изъ воды, закрывъ предварительно отверстіе пальцемъ, затѣмъ приближаю ее къ пламени и открываю отверстіе. Что ты видишь?

Ученикъ. Водородъ какъ будто горитъ. Но пламя очень блѣдное.

Учитель. Водородъ—горючій газъ.—Теперь, для того чтобы изучить другія его свойства, мы должны опять помѣстить натрій подъ

трубкой; но это длинная исторія. Я лучше покажу тебѣ другой способъ полученія водорода, при помощи котораго легко можно получать большія количества его. Для этой цѣли мы возьмемъ другія соединенія водорода, которыя отдаютъ его еще легче, чѣмъ вода. Къ такимъ соединеніямъ принадлежитъ соляная кислота или хлористый водородъ; она состоитъ, какъ показываетъ второе названіе, изъ двухъ элементовъ—хлора и водорода.

Ученикъ. Это тотъ же самый хлоръ, который находится въ поваренной соли?

Учитель. Конечно, есть только одинъ родъ хлора. Вотъ здѣсь растворъ хлористаго водорода въ водѣ, который продается въ аптекарскихъ складахъ подъ названіемъ соляной кислоты.

Ученикъ. Онъ имѣетъ видъ воды.

Учитель. Но это не вода. Я наливаю нѣсколько капель раствора въ стаканъ и доливаю его наполовину водой; попробуй-ка!

Ученикъ. И это такъ отвратительно на вкусъ, какъ раньше?

Учитель. Нѣтъ, это имѣетъ совсѣмъ другой вкусъ.

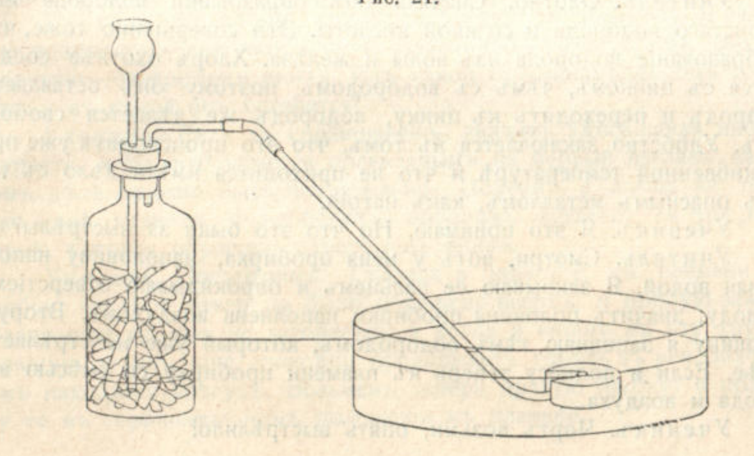
Ученикъ. Да, теперь вкусъ кислый. Но не очень пріятный, онъ производитъ оскомину на зубахъ.

Учитель. Такъ какъ это вещество имѣетъ кислый вкусъ, то и называется кислотой.

Ученикъ. Почему ты прилилъ такъ много воды?

Учитель. Потому что крѣпкая соляная кислота ядовита, а разбавленная неядовита; то, что ты называлъ оскоминой на зубахъ,

Рис. 21.



происходитъ оттого, что соляная кислота дѣйствуетъ отчасти на вещество зубовъ. Сдѣлаемъ теперь опытъ. Въ этой бутылкѣ находятся обрѣзки цинковой жести, которые имѣются у любого жестяника. Я вставляю въ бутылку пробку съ двумя отверстіями. Черезъ одно отверстіе проходитъ до дна бутылки трубка, которая заканчивается наверху воронкой; черезъ другое отверстіе проходитъ короткая стеклянная согнутая трубка; я соединяю ее при помощи кусочка каучуковой трубки съ газопроводной трубкой, которой я уже пользовался для собиранія кислорода (фиг. 24). Затѣмъ черезъ воронку вливаю соляную кислоту, и, ты видишь, газъ сейчасъ же начинаетъ выдѣляться.

Ученикъ. Поставь же бутылку, чтобы собрать газъ!

Учитель. Нѣтъ, раньше я соберу газъ въ пробирку. Вотъ первая пробирка уже полна; я подношу ее къ огню; что происходитъ?

Ученикъ. Ничего; это еще воздухъ изъ бутылки!

Учитель. Вѣрно. Я повторяю опытъ.

Ученикъ. Вотъ выстрѣлило!

Учитель. Я беру еще нѣсколько пробъ. Сначала происходятъ выстрѣлы, затѣмъ газъ горитъ совершенно спокойно, какъ горѣлъ водородъ, который мы получили изъ воды при дѣйствіи натрія. Теперь мы можемъ собрать газъ въ бутылки; а когда газъ начнетъ выдѣляться слабо, мы прильемъ еще немного соляной кислоты и выдѣленіе усилится.

Ученикъ. Пожалуйста, объясни мнѣ все это!

Учитель. Охотно. Сначала объ образованіи водорода изъ хлористаго водорода и соляной кислоты. Это совершенно тоже, что и образованіе водорода изъ воды и желѣза. Хлоръ охотнѣе соединяется съ цинкомъ, чѣмъ съ водородомъ, поэтому онъ оставляетъ водородъ и переходитъ къ цинку, водородъ же дѣлается свободнымъ. Удобство заключается въ томъ, что это происходитъ уже при обыкновенной температурѣ и что не приходится имѣть дѣло съ такимъ опаснымъ металломъ, какъ натрій.

Ученикъ. Я это понимаю, Но что это были за выстрѣлы?

Учитель. Смотри, вотъ у меня пробирка, наполовину наполненная водой. Я закрываю ее пальцемъ и опрокидываю отверстіемъ въ воду; значитъ половина пробирки наполнена воздухомъ. Вторую половину я заполняю тѣмъ водородомъ, который уже не стрѣляетъ болѣе. Если я поднесу теперь къ пламени пробирку со смѣсью водорода и воздуха....

Ученикъ. Чортъ возьми, опять выстрѣлило!

Учитель. Ты значитъ видишь, что смѣсь воздуха и водорода взрываетъ, тогда какъ чистый водородъ не взрываетъ. Если зажечь такую смѣсь въ бутылкѣ, то ее разорветъ, а осколки ея могутъ сильно поранить. Такъ какъ въ нашей бутылкѣ, въ которой мы добывали водородъ, находился сначала воздухъ, то прежде всего образовалась эта опасная смѣсь, и лишь послѣ того, какъ воздухъ былъ вытѣсненъ водородомъ, послѣднiй сталъ выдѣляться изъ бутылки въ чистомъ видѣ. Поэтому и приходится, когда пускаютъ въ ходъ аппаратъ для добыванiя водорода, раньше всегда пробовать, какъ я показазъ тебѣ, и собирать водородъ только тогда, когда онъ спокойно сгораетъ.

Ученикъ. Значитъ, взрывъ это—реакцiя на воздухъ въ водородѣ. А почему онъ взрываетъ?

Учитель. Такъ какъ горючiй водородъ во всѣхъ своихъ точкахъ смѣшанъ съ кислородомъ, который нуженъ для горѣнiя, то пламя, возникшее въ одномъ какомъ нибудь мѣстѣ, можетъ сразу распространиться по всей массѣ. Когда же чистый водородъ сгораетъ на воздухѣ, то соединенiе его съ кислородомъ происходитъ только въ томъ мѣстѣ, гдѣ газы касаются другъ друга и смѣшиваются. Форма поверхности, на которой это происходитъ, есть форма пламени. Можешь ты сказать мнѣ теперь, почему спокойно горящее пламя, напр. пламя свѣчи, бываетъ конусообразнымъ?

Ученикъ. Дай-ка подумать. Да, по мѣрѣ того какъ горящiй газъ поднимается вверхъ и сгораетъ, его становится все меньше и огонь долженъ становиться уже.

Учитель. Правильно. Вернемся однако къ водороду. Я наполняю водородомъ двѣ пробирки и ставлю одну отверстiемъ вверхъ, а другую—отверстiемъ внизъ. Изъ какой пробирки водородъ исчезнетъ и въ какой онъ останется?

Ученикъ. Разъ ты спрашиваешь, значитъ здѣсь какая нибудь хитрость, и то, что кажется правильнымъ на первый взглядъ, на самомъ дѣлѣ должно быть неправильно. Поэтому я скажу не такъ, какъ мнѣ кажется, а наоборотъ: водородъ остается въ той пробиркѣ, которая обращена отверстiемъ внизъ.

Учитель. Посмотримъ. Сначала я подношу къ пламени ту трубку, которой отверстiе было обращено вверхъ, и пробую зажечь содержимое ея: оно не загорается; а когда я вношу въ эту трубку горящую лучину, она спокойно продолжаетъ горѣть въ ней, значитъ тамъ находится воздухъ. Возьмемъ теперь другую трубку: я подношу ее въ горизонтальномъ положенiи къ пламени.

Ученикъ. Да, тутъ водородъ: онъ горитъ. Однако это удивительно.

Учитель. Вспомни, что̀ я говорилъ тебѣ о плотности водорода?

Ученикъ. Что это—самое легкое изъ всѣхъ веществъ. Но все же онъ имѣетъ вѣсъ и долженъ поэтому падать. А, теперь я знаю: онъ легче воздуха, и поэтому онъ подымается въ воздухѣ наверхъ, какъ пробка въ водѣ. Но въ пустомъ пространствѣ—онъ долженъ вѣдь падать?

Учитель. Да, если бы онъ былъ твердымъ или жидкимъ тѣломъ. Газъ распространяется въ пустомъ пространствѣ до тѣхъ поръ, пока не заполнитъ его совершенно и равномѣрно. Понялъ ты теперь опытъ?

Ученикъ. Конечно, водородъ хочетъ въ воздухѣ подниматься вверхъ, и если отверстіе наверху, онъ это дѣлаетъ; а если отверстіе направлено внизъ, онъ долженъ остаться въ трубкѣ.

Учитель. Правильно; въ награду за то, что ты понялъ, я покажу тебѣ еще другой красивый опытъ, который даже лучше уяснитъ тебѣ дѣло. Здѣсь я приготовилъ мыльную воду. На мой аппаратъ для добываніе водорода я надѣваю гуттаперчевую трубку; въ нее вдѣта стеклянная трубка, въ которую положено немного ваты; конецъ этой трубки я опускаю въ мыльную воду.

Ученикъ. Аппаратъ умѣетъ дѣлать мыльные пузыри!

Учитель. Да; вотъ образовался большой пузырь; онъ отдѣляется и быстро поднимается вверхъ, какъ воздушный шаръ.

Ученикъ. О, какъ это красиво! Но зачѣмъ ты воткнулъ вату въ трубку?

Учитель. Водородъ увлекаетъ съ собой очень много мельчайшихъ капелекъ кислоты, и если такая капля падаетъ въ мыльный пузырь, то онъ лопнетъ. Вата задерживаетъ капли, такъ что онѣ не попадаетъ въ пузыри.

Ученикъ. А въ тѣхъ резиновыхъ шарахъ, которыя продаются на ярмаркѣ, тоже заключается водородъ?

Учитель. Да.

Ученикъ. Я имѣлъ одинъ такой шаръ; въ первый день онъ поднимался какъ слѣдуетъ, во второй день—слабѣе, а позже онъ совсѣмъ не поднимался. Развѣ водородъ сталъ въ немъ тяжелѣе?

Учитель. Нѣтъ, но водородъ не можетъ долго сохраниться въ резиновой оболочкѣ; онъ выходитъ наружу, а на его мѣсто входитъ немного воздуха.

Ученикъ. Ахъ, такъ; поэтому шаръ становится гораздо меньше. Я думалъ было, что шаръ нехорошо завязанъ, но оказалось, что онъ прочно сдѣланъ.

Учитель. Вѣрно; поэтому нехорошо долго сохранять водородъ въ какомъ бы то ни было сосудѣ; онъ чаще всего выходитъ изъ сосуда, на его мѣсто входитъ воздухъ, и легко можетъ образоваться гремучій газъ.

18. Гремучій газъ.

Учитель. Что ты узналъ вчера о водородѣ?

Ученикъ. Что его можно приготовить изъ его соединеній; для этого нужно прибавить такое вещество, которое отнимаетъ отъ водорода то, что съ нимъ соединено. Изъ воды, въ которой онъ соединенъ съ кисородомъ, его можно выдѣлить при помощи желѣза или натрія.

Учитель. А чѣмъ эти оба металла отличаются другъ отъ друга въ данномъ случаѣ?

Ученикъ. Желѣзо дѣйствуетъ только при накаливаніи, а п1 обыкновенной тепературѣ.

Учитель. А еще что?

Ученикъ. Можно также взять хлористый водородъ и цинкъ. Тогда цинкъ отнимаетъ хлоръ, а водородъ выдѣляется.

Учитель. Какія свойства имѣетъ водородъ?

Ученикъ. Онъ безцвѣтенъ, какъ воздухъ, но гораздо легче. Но ты не сказалъ мнѣ, во сколлько разъ онъ легче воздуха.

Учитель. Его плотность почти въ 14 разъ меньше, чѣмъ плотность воздуха. Одинъ литръ водорода, содержащагося вотъ въ этой бутылкѣ, вѣситъ меньше $^1/_{11}$ грм. Что ты еще знаешь о водородѣ?

Ученикъ. Онъ горитъ въ воздухѣ, и если раньше смѣшать его съ воздухомъ, то при этомъ происходитъ взрывъ, потому что горѣніе происходитъ сразу во всей массѣ.

Учитель. Совершенно вѣрно. Что дѣлается съ водородомъ, когда онъ сгораетъ?

Ученикъ. Ты мнѣ этого не сказалъ.

Учитель. Ты самъ долженъ сообразить это. Подумай-ка, что происходитъ при горѣніи?

Ученикъ. Вещества соединяются съ кислородомъ воздуха.

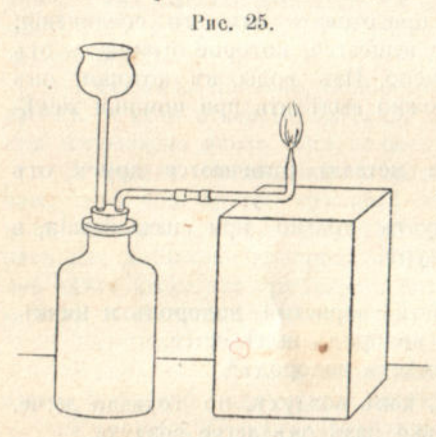
Учитель. Вѣрно. А когда водородъ соединяется съ кислородомъ, что происходитъ тогда? Развѣ ты не помнишь, что мы говорили о соединеніи именно этихъ двухъ элементовъ? Какое это было соединеніе?

Ученикъ. Ты говорилъ мнѣ о водѣ. Развѣ опять образуется вода?

Учитель. Конечно, образуется вода. Мы сейчасъ можемъ это увидѣть. Ты помнишь, какъ я показалъ тебѣ образованіе воды при горѣніи свѣчи?

Ученикъ. Да ты держалъ надъ ней большой стаканъ. Этотъ стаканъ покрылся каплями воды.

Рис. 25.



Учитель. То же само мы можемъ продѣлать съ пламенемъ водорода. Я прикрѣпляю къ аппарату стеклянную трубку, конецъ которой заостренъ, и зажигаю водородъ у отверстія (фиг. 25). Ты сейчасъ же замѣчаешь образованіе капель.

Ученикъ. Какъ сдѣлать такое остріе?

Учитель. Трубку, вращая все время, держатъ до тѣхъ поръ въ пламени, пока мѣсто нагрѣванія не станетъ совершенно мягкимъ; тогда ее вытягиваютъ въ длину и разрѣзаютъ въ узкомъ мѣстѣ ножемъ для рѣзки стекла.

Ученикъ. Позволь мнѣ, пожалуйста, это сдѣлать.—Теперь трубка стала мягкой, и я ее вытягиваю. Ахъ какой образовался тонкій волосъ!

Учитель. Ты тянулъ слишкомъ сильно и быстро. Этотъ волосъ впрочемъ—тоже трубка, потому что стекло при вытягиваніи не спадается.

Ученикъ. Въ самомъ дѣлѣ? трудно повѣрить, что могутъ быть такія тонкія трубки.

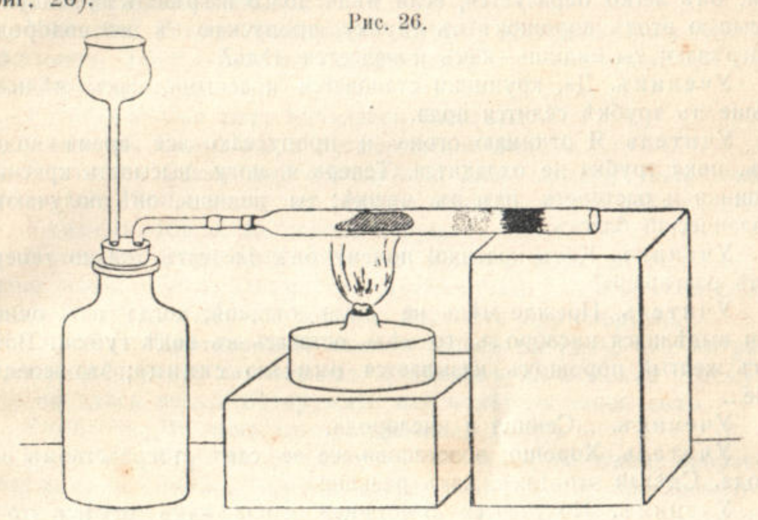
Учитель. Отломай кусокъ и опусти конецъ въ чернила, ты увидишь тогда, что въ нее всосется черная жидкость.—Вернемся теперь къ водороду. Водородъ можетъ не только соединяться съ сво-

боднымъ кислородомъ но и отнимать кислородъ отъ другихъ соединеній. Ты помнишь окись ртути? Какое это было вещество?

Ученикъ. Красный порошокъ, соединеніе ртути съ кислородомъ.

Учитель. Такъ. Я беру немного этой окиси, высыпаю ее въ стеклянную трубку, которую соединяю съ аппаратомъ для выдѣленія водорода, пропускаю струю водорода и осторожно нагрѣваю (фиг. 26).

Рис. 26.



Ученикъ. Опять выдѣляется ртуть.

Учитель. Такъ, а что же дальше?

Ученикъ. Дальше свѣтлыя капли, похожія на воду; это въ самомъ дѣлѣ вода?

Учитель. Конечно. Здѣсь водородъ отнялъ у окиси ртути ея кислородъ и образовалъ воду, а ртуть стала свободной.

Ученикъ. Такъ бываетъ со всѣми кислородными соединеніями?

Учитель. Нѣтъ, не совсѣми, но съ очень многими. Большая часть окисей металловъ превращаются такимъ образомъ въ металлы. Этотъ процессъ называется возстановленіемъ, въ противоположность окисленію. Превращеніе металла въ его окись есть окисленіе, превращеніе окиси въ металлъ есть возстановленіе. Такъ

какъ водородъ способенъ отнимать кислородъ отъ окисей и такимъ образомъ превращать ихъ въ металлъ, то онъ называется возстановляющимъ веществомъ или просто возстановителемъ. Запомни это названіе.

Ученикъ. Теперь я опять узналъ много новаго.

Учитель. Оно станетъ тебѣ понятнѣе, если я покажу тебѣ еще нѣкоторые опыты. Этотъ черный порошокъ называется окисью мѣди; онъ легко образуется, если мѣдь долго нагрѣвать на воздухѣ. Я всыпаю этотъ порошокъ въ трубку, пропускаю въ ней водородъ и нагрѣваю; ты видишь, какъ появляется мѣдь?

Ученикъ. Да, крупинки становятся красными, какъ мѣдь, а дальше въ трубкѣ садится вода.

Учитель. Я отнимаю огонь и пропускаю все время водородъ, пока трубка не охладится. Теперь я могу высыпать красныя крупинки и растереть ихъ въ чашкѣ; ты видишь, онѣ получаютъ металлическій блескъ.

Ученикъ. Какъ красиво! почему онѣ блестятъ только теперь послѣ растиранія?

Учитель. Прежде мѣдь не была гладкой; когда изъ окиси мѣди выдѣлился кислородъ, то мѣдь осталась въ видѣ губки.. Вотъ этотъ желтый порошокъ называется окисью свинца; это соединеніе...

Ученикъ. ...Свинца и кислорода.

Учитель. Хорошо; возстанови же ее самъ посредствомъ водорода. Сдѣлай это такъ, какъ раньше!

Ученикъ. Получается блестящая капля какъ ртуть; это—свинецъ?

Учитель. Конечно; такъ какъ свинецъ очень легко плавится, то онъ получается въ жидкомъ видѣ. Вылей эту каплю на бумагу и ты увидишь, что она застываетъ и обращается въ мягкій, гибкій и неупругій металлъ; это свойство свинца. Ну, теперь мы продѣлаемъ нѣчто другое. Вотъ окись желѣза, которую мы получили раньше, сжигая желѣзный порошокъ на воздухѣ. Мы попробуемъ возстановить его посредствомъ водорода.

Ученикъ. Какъ же это возможно? Ты вѣдь самъ мнѣ сказалъ вчера, что желѣзо сильнѣе водорода, такъ какъ оно отнимаетъ у воды кислородъ и прогоняетъ прочь водородъ. Какимъ же образомъ водородъ станетъ теперь сильнѣе желѣза?

Учитеь. Нужно продѣлывать и такіе опыты, которые повидимому не могутъ удаться, потому что каждый выводъ, который

мы дѣлаемъ, можетъ оказаться ошибочнымъ и долженъ быть провѣренъ на опытѣ.

Ученикъ. Ну, это любопытно. Ты видишь, ничего не выходитъ, крупинки стали только немного чернѣе.

Учитель. Разсмотри-ка внимательно отдаленныя мѣста трубки.

Ученикъ. Гм., тамъ дѣйствительно кажется осѣли водяныя капли. Съ одной стороны какъ будто ничего не выходитъ, съ другой какъ будто выходитъ.

Учитель. Я опять пропускаю струю водорода, пока трубка не остынетъ. Теперь разотри черную массу въ чашкѣ, какъ мы растирали прежде мѣдь.

Ученикъ. Она тоже начинаетъ блестѣть.

Учитель. Значитъ это металлическое желѣзо.

Ученикъ. Скажи мнѣ пожалуйста, какъ можетъ быть такое противорѣчіе. Я полагалъ, что законы природы всегда имѣютъ силу.

Учитель. Какой же законъ нарушенъ здѣсь?

Ученикъ. Вѣдь одна сила не можетъ быть то меньше, то больше, чѣмъ другая. Только что желѣзо было сильнѣе водорода, а теперь водородъ сильнѣе желѣза. Вѣдь это противорѣчіе.

Учитель. Противорѣчіе лежитъ только въ томъ, что ты разсматриваешь причину химическихъ процессовъ, какъ механическую силу; но здѣсь нельзя обнаружить или измѣрить такой силы.

Ученикъ. Въ чемъ же эта причина?

Учитель. Если бы я захотѣлъ отвѣтить на твой вопросъ, ты бы меня не понялъ. Прежде всего тебѣ нужно познакомиться еще со многими химическими фактами, и только послѣ этого ты можешь думать о томъ, чтобы сопоставить и охватить ихъ всѣ вмѣстѣ при помощи теоріи.

Ученикъ. А не можешь ли ты мнѣ хоть что нибудь сказать, для того чтобы я не былъ въ заблужденіи?

Учитель. Конечно, могу, даже исходя изъ твоихъ неправильныхъ представленій. Человѣкъ можетъ перенести съ одного мѣста на другое довольно много воды; но если воды будетъ гораздо больше, тогда она можетъ унести человѣка.

Ученикъ. Значитъ ты думаешь, что въ химическихъ явленіяхъ все дѣло въ томъ, какое изъ веществъ имѣется въ большемъ количествѣ?

Учитель. Почти такъ. Возвратимся однако къ водороду. Ты знаешь теперь, что при соединеніи водорода съ кислородомъ образуется вода, и что водородъ для этой цѣли можетъ даже отнять кислородъ отъ другихъ соединеній. Но при этомъ образуется еще

нѣчто; я опять пускаю въ ходъ мой аппаратъ для добыванія водорода, и когда весь гремучій газъ вытѣсненъ, зажигаю водородъ. Ты видишь, что его пламя довольно блѣдно.

Ученикъ. Сначала оно голубое, а затѣмъ оно становится все свѣтлѣе и кажется желтымъ.

Учитель. Это оттого, что стеклянная трубка, у отверстія которой горитъ водородъ, стала горячей. Въ стеклѣ содержится уже знакомый тебѣ элементъ натрій; онъ отчасти испаряется и окрашиваетъ пламя въ желтый цвѣтъ.

Ученикъ. Почему это?

Учитель. Раскаленный натрій испускаетъ желтый свѣтъ, подобно тому какъ металлическая мѣдь отражаетъ красный свѣтъ. Желтое окрашиваніе пламени это—реакція на натрій, потому что такое окрашиваніе появляется всегда, когда есть натрій, и исчезаетъ, когда нѣтъ натрія.

Ученикъ. Но вѣдь почти всякое пламя желтаго цвѣта.

Учитель. Потому что во всѣхъ почти горючихъ веществахъ имѣется натрій, и достаточно даже самыхъ незначительныхъ количествъ его, чтобы сообщить пламени желтый цвѣтъ. Но мы можемъ получить неокрашенное натріемъ водородное пламя. Вотъ у меня небольшая платиновая пластинка; я накаливаю ее на огнѣ, отчего она становится мягкой, и сворачиваю ее вокругъ вязальной иглы; такимъ образомъ получаю годную для употребленія платиновую трубочку. Эту трубочку я ввожу въ другую стекляную трубку, немного болѣе широкую, такъ чтобы та часть платиновой трубочки, которая находится внутри стекляной, имѣла въ длину нѣсколько милиметровъ, и нагрѣваю это мѣсто. Ты видишь, какъ стеклянная трубка облегаетъ платину; стекло оплавилось кругомъ, и теперь я имѣю горѣлку съ платиновымъ наконечникомъ, которую я сгибаю подъ прямымъ угломъ (фиг. 27).

Рис. 27.

Ученикъ. Почему ты взялъ платину?

Учитель. Потому что этотъ металлъ очень трудно плавится и нелегко поддается химическимъ дѣйствіямъ. Если я соединю мою горѣлку съ аппаратомъ для водорода, то можно выдѣляющійся газъ оставить горѣть втеченіе нѣсколькихъ часовъ, и пламя не станетъ желтымъ. Теперь я вношу кончикъ платиновой проволоки въ пламя водорода; что ты видишь?

Ученикъ. Проволока ярко свѣтитъ; значитъ пламя должно быть очень горячимъ.

Учитель. Совершенно вѣрно; раскаленное тѣло тѣмъ ярче свѣтитъ, чѣмъ оно горячѣе. При газахъ дѣло обстоитъ не такъ; раскаленный водяной паръ свѣтитъ слабо; поэтому водородное пламя безцвѣтно, но въ тоже время оно можетъ накалить всякое внесенное въ него тѣло до сильнаго свѣченія.

Ученикъ. Всякое тѣло?

Учитель. Да, всякое, если только оно не плавится или не превращается въ паръ.Здѣсь у меня кусокъ сломанной калильной сѣтки; посмотри, какъ онъ ярко свѣтитъ. И желѣзная проволока тоже сначала свѣтитъ, но вскорѣ она плавится и сгораетъ. И такъ, скажи мнѣ, что образуется въ пламени, кромѣ воды?

Ученикъ. Теплота.

Учитель. Вѣрно! что такое теплота? Вспомни, о чемъ мы говорили недавно, когда занимались горѣніемъ?

Ученикъ. Да, ты далъ ей какое то особенное названіе, кажется—энергія.

Учитель. Совершенно вѣрно; что же такое энергія?

Ученикъ. Все то, что можно получить изъ работы и превратить въ работу. Какъ же можно получить работу изъ горящаго водорода?

Учитель. Да вѣдь ты самъ слышалъ, какъ сильно взрываетъ смѣсь водорода и воздуха, и я сказалъ тебѣ, что эта смѣсь можетъ разорвать стеклянную бутылку. А на это вѣдь тратится работа.

Ученикъ. Какая же это работа! Моя мать дала бы мнѣ порядочную нахлобучку, если бы я вздумалъ разломать ея стаканы и сказалъ бы при этомъ, что это—работа.

Учитель. Но все таки это—работа, потому что она требуетъ извѣстныхъ усилій. Конечно, это—безполезная работа. Но когда мельникъ размельчаетъ зерна, его мельница производитъ подобную же работу, и она оказывается полезной?

Ученикъ. А развѣ нельзя употребить гремучій газъ на полезную работу?

Учитель. Конечно, можно. Существуютъ такія машины, въ которыхъ сжигается гремучій газъ, составленный изъ воздуха и свѣтильнаго газа; взрывъ выталкиваетъ поршень, машина дѣлаетъ оборотъ, газъ и воздухъ снова всасываются, образуя гремучій газъ; послѣдній опять взрываетъ, и поршень опять получаетъ толчокъ и

т. д. Такія газовыя машины строятся теперь въ большомъ количествѣ, и въ нѣкоторомъ отношеніи стоятъ выше паровыхъ машинъ.

Ученикъ. А машины въ автомобиляхъ и механическихъ каретахъ тоже такъ построены? Онѣ вѣдь все время дѣлаютъ пуфъ... пуфъ...

Учитель. Онѣ очень похожи на газовыя машины, но у нихъ гремучій газъ образуется изъ паровъ бензина.

Ученикъ. Значитъ гремучій газъ можно приготовить изъ многихъ веществъ?

Учитель. Если горючіе газы или пары смѣшать съ такимъ количествомъ воздуха или кислорода, какое необходимо для ихъ сожженія, то получается гремучій газъ. Ибо въ такомъ случаѣ пламя можетъ распространиться по всей массѣ, и все сразу сгораетъ, обыкновенное же горѣніе происходитъ только въ томъ мѣстѣ, гдѣ притекаетъ воздухъ.

Ученикъ. Да, ты уже разъ объяснилъ мнѣ это.

Учитель. Я тебѣ объяснилъ еще и кое-что другое. Какъ можно дѣлать водородное пламя еще болѣе горячимъ, чѣмъ теперь? Вспомни, что я говорилъ тебѣ о горѣніи въ воздухѣ и въ чистомъ кислородѣ?

Ученикъ. Да, я знаю; когда мы сжигаемъ водородъ въ чистомъ кислородѣ, то не приходится нагрѣвать азотъ воздуха, и пламя становится горячѣе.

Учитель. Вѣрно! Какъ же ты это сдѣлаешь?

Ученикъ. Я буду сжигать водородъ въ бутылкѣ, въ которой находится кислородъ.

Учитель. Правильно, но не удобно. Можно получить высокую температуру, если вдувать кислородъ въ водородное пламя.

Ученикъ. А какъ это сдѣлать?

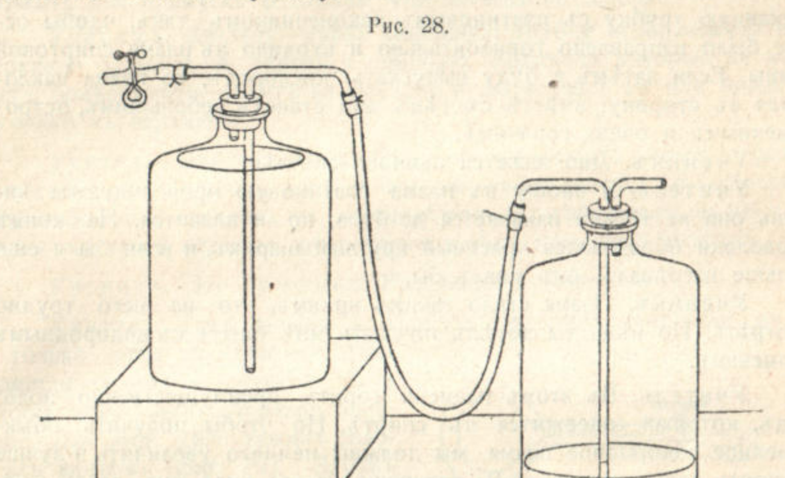
Учитель. Мы можемъ наполнить резиновый шаръ кислородомъ и сдавливать его; тогда кислородъ будетъ выходить изъ отверстія. Но я покажу тебѣ, какъ сдѣлать газометръ. Вотъ у меня двѣ большія бутылки съ пробками, въ которыхъ имѣются по два отверстія. Черезъ одно отверстіе проходитъ стеклянная трубка въ видѣ сифона до самаго дна бутылки, черезъ другое—короткая, согнутая колѣномъ трубка (фиг. 28). Обѣ сифонныя трубки соединены между собой резиновой трубкой; одна бутылка наполнена водой.

Ученикъ. Я не могу понять, для чего это можетъ служить.

Учитель. Смотри: я соединяю теперь аппаратъ для добыванія кислорода съ колѣнчатой трубкой, которая вставлена въ бутыл-

ку съ водой, а другую бутылку ставлю немного ниже. Если теперь кислородъ начнетъ выдѣляться изъ аппарата, онъ будетъ выходить въ верхнюю бутылку, а вода черезъ резиновую трубку будетъ притекать въ нижнюю бутылку.

Рис. 28.



Ученикъ. Это недурно.

Учитель. Такъ; вотъ верхняя бутылка наполнена кислородомъ. Я отнимаю аппаратъ для добыванія кислорода и на колѣнчатую трубку надѣваю резиновую трубочку въ зажимнымъ краномъ.

Ученикъ. Что это за штука?

Учитель. Это упругая, какъ пружина, проволочная скобка, которая такъ сдавливаетъ резиновую трубочку, что она плотно закрывается. Такой кранъ легко приготовить, и онъ въ большинствѣ случаевъ лучше дѣйствуетъ, чѣмъ обыкновенный кранъ, такъ что въ химіи его очень часто употребляютъ.

Ученикъ. Это мнѣ нравится: просто и практично!

Учитель. Теперь мы можемъ по желанію выпускать нашъ кислородъ. Стоитъ лишь поставить бутылку съ водой выше, и кислородъ будетъ находиться подъ давленіемъ столба воды извѣстной высоты; а когда я открою кранъ, кислородъ станетъ выходить со скоростью, соотвѣтствующей этой высотѣ. Когда я закрою кранъ, токъ кислорода прекратится; если я долгое время не нуждаюсь въ

кислородѣ, то ставлю верхнюю бутылку внизъ,—этимъ устраняется слишкомъ сильное давленіе.

Ученикъ. Это мнѣ очень нравится.

Учитель. Ну-съ, теперь я прикрѣпляю къ трубкѣ газоматора стеклянную трубку съ платиновымъ наконечникомъ такъ, чдобы остріе было направлено горизонтально и входило въ пла̂мя спиртовой лампы. Если затѣмъ я буду выпускать кислородъ, то пламя наклонится въ сторону; вмѣстѣ съ тѣмъ оно станетъ небольшимъ, остроконечнымъ и очень горячимъ.

Ученикъ. Дно кажется немного свѣтлѣе.

Учитель. Я вношу въ пламя платиновую проволоку: ты видишь она не только накаляется до-бѣла, но и плавится. На концѣ проволоки образовался красивый круглый шарикъ, и если бы я еще больше нагрѣвалъ, онъ упалъ бы.

Ученикъ. Пламя стало такимъ яркимъ, что на него трудно смотрѣть. Но вѣдь ты хотѣлъ показать мнѣ опытъ съ водороднымъ пламенемъ.

Учитель. Въ этомъ пламени горитъ преимущественно водородъ, который содержится въ спиртѣ. Но чтобы получить обыкновенное водородное пламя, мы должны немного увеличить и лучше устроить нашъ аппаратъ. Въ теперешнемъ его видѣ онъ даетъ много газу, когда налита свѣжая кислота; потомъ онъ начинаетъ давать меньше, такъ что нельзя получить правильнаго пламени. Мы приготовимъ аппаратъ, который можетъ по нашему желанію давать больше или меньше газа.

Ученикъ. Мнѣ интересно видѣть, какъ ты устроишь такой аппаратъ.

Учитель. Я приготовляю двѣ бутылки съ пробками и трубками, совершено такъ же, какъ для кислороднаго газометра; только бутылки беру немного меньшія. Одна изъ нихъ наполнена цинкомъ, другая—разведенной соляной кислотой; послѣдняя помѣщена выше первой бутылки. Если я открою зажимъ, который находится на бутылкѣ съ цинкомъ, то соляная кислота наполнитъ бутылку съ цинкомъ, и водородъ начнетъ выдѣляться.

Ученикъ. Однако ничего не выходитъ.

Учитель. Сифонная трубка еще не наполнилась и поэтому никакого дѣйствія не происходитъ. Но стоитъ мнѣ подуть въ короткую трубочку бутылки, въ которой находится соляная кислота, и кислота польется въ другую бутылку.

Ученикъ. Да, вотъ кислота зашипѣла. А зачѣмъ ты положилъ на дно бутылки съ цинкомъ слой кремневыхъ осколковъ?

Учитель. Ты сейчасъ увидишь; я закрываю зажимъ, который служитъ для пропуска водорода; что ты видишь теперь?

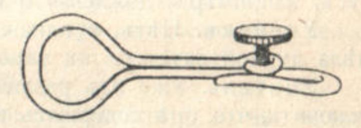
Ученикъ. Кислота черезъ сифонную трубку возвращается въ верхнюю бутылку. А, теперь я понимаю. Водородъ, который не можетъ болѣе выйти, давитъ на кислоту и вытѣсняетъ ее изъ нижней бутылки въ верхнюю.

Учитель. Вѣрно; но такъ какъ не вся кислота можетъ быть вытѣснена изъ бутылки, потому что дно ея не ровно, то остается еще небольшой остатокъ ея, который могъ бы дѣйствовать на цинкъ. Здѣсь же этотъ остатокъ покрываетъ только кремневые осколки.

Ученикъ. Это прекрасно! Настоящій автоматъ!

Учитель. Такъ; теперь я пробую водородъ, чистъ-ли онъ, и только тогда зажигаю его. При помощи зажима я достигаю того, чтобы пламя было довольно большое. Для этой цѣли зажимъ снабженъ винтомъ (фиг. 29). Затѣмъ я впускаю въ пламя струю кислорода, и ты видишь, что пламя становится маленькимъ и остроконечнымъ. Платиновая проволока плавится гораздо скорѣе, чѣмъ раньше. Стальная часовая пружина накаляется сначала до-бѣла и затѣмъ сгораетъ, разбрасывая искры, какъ въ кислородѣ. Заостренный кусокъ мѣла тоже начинаетъ накаляться и даетъ яркій бѣлый свѣтъ, похожій на солнечный.

Рис. 29.



Ученикъ. Какой красивый фейерверкъ!

Учитель. Все это показываетъ, что пламя изъ чистыхъ кислорода и водорода, короче говоря—пламя гремучаго газа, дѣйствительно необычайно горячее.

Ученикъ. Это самый сильный жаръ, какого удалось достигнуть?

Учитель. Нѣтъ; пламя имѣетъ только около 2000° С., тогда какъ между углями дуговой электрической лампы температура выше 3000° С. Но все же это очень высокая температура, и нашимъ печамъ далеко до нея.

Ученикъ. Сегодня я много видѣлъ и многому научился!

19. Вода.

Учитель. Мы познакомились съ составными частями воды и образованіемъ ея изъ этихъ частей; сегодня мы займемся самой водой. Ты знаешь, что вода занимаетъ большую часть земной поверхности.

Ученикъ. Да, она занимаетъ почти пять седьмыхъ ея.

Учитель. Но вода, образующая моря, озера, рѣки, вовсе не чистая вода, она содержитъ въ растворѣ другія вещества.

Ученикъ. О морской водѣ я знаю, что она содержитъ поваренную соль, но содержитъ ли также и не морская вода еще другія вещества?

Учитель. Какъ ты узнаешь, что морская вода содержитъ поваренную соль?

Ученикъ. По соленому вкусу.

Учитель. Вѣрно; а имѣютъ ли всѣ другія воды одинаковый вкусъ, напримѣръ, дождевая и ключевая вода?

Ученикъ. Нѣтъ, я однажды пробовалъ дождевую воду; она имѣла дурной вкусъ.

Учитель. Уже изъ различія этихъ водъ на вкусъ ты долженъ заключить, что онѣ содержатъ еще разныя другія вещества. Вотъ тебѣ образецъ чистой воды, попробуй-ка ее.

Ученикъ. Она имѣетъ такой же противный вкусъ, какъ и дождевая вода. Какъ дѣлаютъ чистую воду?

Учитель. Ее дестиллируютъ, т. е. превращаютъ сначала въ паръ, а этотъ паръ охлаждаютъ до тѣхъ поръ, пока онъ не превратится опять въ воду.

Ученикъ. Почему вода становится тогда чище?

Учитель. Примѣси, содержащіяся въ обыкновенной водѣ, не переходятъ въ паръ, потому что онѣ нелетучи. Я беру обыкновенную питьевую воду и примѣшиваю къ ней немного чернилъ; эту примѣсь ты конечно безъ труда различаешь; если я буду дестиллировать [1]) эту черную жидкость, то перегоняется свѣтлая и чистая вода.

Ученикъ. Я хотѣлъ бы это видѣть; какъ это сдѣлать?

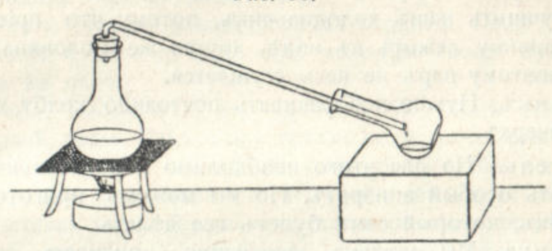
Учитель. Можно сдѣлать различнымъ образомъ; мы будемъ сначала пользоваться самыми простыми средствами. Въ тонкостѣн-

---

[1]) Вмѣсто: «дестиллировать», «дестиллированный», по русски можно сказать также: «перегонять», «перегнанный». Ред.

ную колбу я вставляю пробку съ однимъ отверстіемъ черезъ которое проходитъ согнутая подъ острымъ угломъ внизъ трубка. Въ колбу я наливаю нашу черную воду, и нагрѣваю ее до кипѣнія. (фиг. 30).

Рис. 30.



Ученикъ. Теперь пары поднялись въ трубку, и вотъ вдоль нея течетъ капля воды; она въ самомъ дѣлѣ совсѣмъ чистая.

Учитель. Вставимъ нижній конецъ трубки въ другую колбу, для того чтобы собрать нашу дестиллированную воду.

Ученикъ. Эта колба покрылась теперь внутри росой; а теперь паръ выходитъ изъ нея наружу и болѣе не сгущается.

Учитель. Отчего это зависитъ?

Ученикъ. Колба слишкомъ сильно нагрѣлась и не можетъ болѣе охлаждать пара.

Учитель. Совершенно вѣрно; чтобы дестиллировать какъ слѣдуетъ нужно, слѣдовательно, еще имѣть **холодильникъ**. Это можно сдѣлать очень просто: вставить колбу въ чашку съ холодной водой, и тогда колба будетъ охлаждаться.

Ученикъ. А когда и эта вода нагрѣется?

Учитель. Тогда нужно прекратить дестилляцію. Ты видишь, мы стоимъ передъ вопросомъ, который имѣетъ большое значеніе во всякомъ большомъ химическомъ производствѣ: всякія работы нужно вести по возможности такъ, чтобы ихъ можно было продолжать непрерывно. Для этого требуется, чтобы то, что **расходуется**, непрерывно пополнялось, и то, что **дѣлается лишнимъ**, непрерывно удалялось. Здѣсь что расходуется?

Ученикъ. Вода, которая переходитъ въ паръ.

Учитель. Правильно,—кромѣ того теплота, которая необходима для испаренія. А что здѣсь является излишнимъ?

Ученикъ. Теплая вода въ охладительной чашкѣ. Но эту воду можно удалать при помощи сифона и налить свѣжую.

Учитель. Очень хорошо; отогнанную изъ колбы воду можно замѣнить другой, наливши ее въ колбу черезъ воронку.

Ученикъ. Но тогда выйдетъ паръ.

Учитель. Если трубка воронки будетъ погружена въ воду, то воронка будетъ закрыта и паръ тогда не выйдетъ. Но мы должны еще улучшить нашъ холодильникъ, потому что пріемная колба лишь наполовину лежитъ въ водѣ, другая же половина не охлаждается, и поэтому паръ не весь сгущается.

Ученикъ. Нужно поворачивать постоянно колбу охлажденной стороной вверхъ.

Учитель. Но для этого необходимо или поставить человѣка или устроить особый аппаратъ. Но мы можемъ приготовить такой холодильникъ, который самъ будетъ все дѣлать.

Ученикъ. Мы можемъ постоянно приливать на верхнюю сторону колбы столько воды, сколько будетъ уходить ея снизу.

Учитель. Это уже лучше. Но тутъ есть еще одно затрудненіе: притекающая холодная вода смѣшивается въ чашкѣ съ теплой водой, и расходъ воды для охлажденія очень великъ. Нельзя-ли помочь этому?

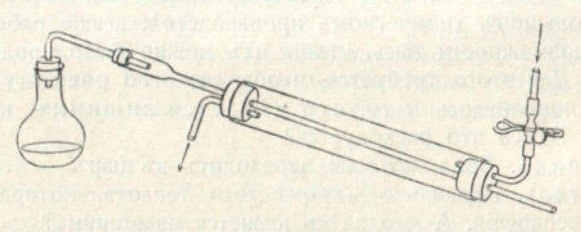
Ученикъ. Однако ты многаго хочешь!

Учитель. Когда нужно рѣшить техническую или научную задачу, то никогда не слѣдуетъ довольствоваться тѣмъ, что уже достигнуто, а слѣдуетъ постоянно спрашивать: нельзя ли еще улучшить дѣло? И если обнаружена ошибка или какое нибудь несовершенство, то также слѣдуетъ спросить: какъ сдѣлать лучше?

Ученикъ. Я ничего не могу придумать.

Учитель. Затрудненіе устраняется вотъ этимъ холодильникомъ (фиг. 31). Онъ состоитъ изъ внутренней трубки для пара и внѣш-

Рис. 31.



няго жестяного цилиндра для охлаждающей воды. Цилиндръ на обоихъ концахъ имѣетъ пробки, въ которыхъ сдѣлано по два от-

верстія; черезъ одну пару отверстій проходитъ трубка для пара, въ другія два отверстія вставлены короткія трубки, изъ которыхъ нижняя служитъ для притока, а верхняя—для удаленія охлаждающей воды. Количество воды регулируется при помощи винтового зажима; вверху выходитъ горячая вода.

Ученикъ. Почему холодная вода входитъ снизу? Я думалъ, что охлажденіе будетъ лучше, если холодная вода будетъ прямо дѣйствовать на паръ.

Учитель. Наоборотъ, это привело бы опять къ черезчуръ большой тратѣ воды. Такъ какъ теплая вода легче, она всегда подымалась бы наверхъ и сейчасъ-же смѣшивалась бы съ холодной. Если же холодная вода входитъ снизу, она охлаждаетъ и сгущаетъ послѣдніе остатки пара. Выше вода становится все теплѣе, и почти все ея тепло уходитъ на охлажденіе, потому что тотъ плотный паръ, который поступаетъ въ трубку наверху, сгущается уже немного даже водой, нагрѣтой почти до 100°. Такимъ образомъ охлаждающая вода оказываетъ свое возможно полное дѣйствіе, ибо безполезное смѣшеніе холодной и теплой воды нигдѣ не имѣетъ мѣста.

Ученикъ. Я начинаю понимать теперь, что для устройства какого-нибудь маленькаго аппарата нужно много хитрости.

Учитель. Ты имѣешь здѣсь первый примѣръ примѣненія противоположнаго тока. Въ то время какъ паръ течетъ сверху внизъ и при этомъ все болѣе и болѣе теряетъ свою теплоту,—холодная вода течетъ снизу вверхъ, все болѣе и болѣе согрѣваясь. Позже ты познакомишься съ массой случаевъ, гдѣ пользуются этимъ же самымъ пріемомъ противоположнаго тока, и ты увидишь, что примѣненіе этого пріема позволяетъ выполнить данную задачу наиболѣе экономнымъ путемъ.

Ученикъ. Хотя я невполнѣ еще понимаю это, однако я буду это примѣнять въ подходящихъ случаяхъ.

Учитель. Ну, теперь мы собрали немного дестиллированной воды; ты можешь убѣдиться въ томъ, что она имѣетъ такой же вкусъ, что и прежняя вода, но не имѣетъ вкуса чернилъ.

Ученикъ. Почему же она имѣетъ такой скверный вкусъ, въ то время какъ колодезная вода совсѣмъ не имѣетъ особаго вкуса и пить ее пріятно?

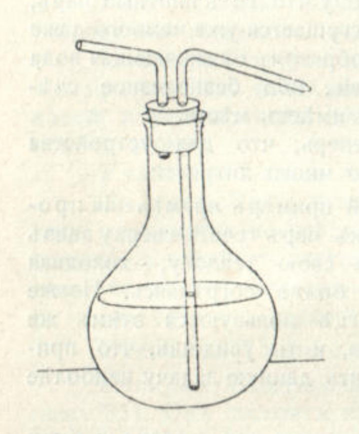
Учитель. Такъ какъ мы съ дѣтства пили колодезную воду, въ которой находятся постороннія вещества, то мы привыкли къ ней; чистая вода производитъ на наши вкусовые нервы иное дѣйствіе,

чѣмъ колодезная вода, и намъ поэтому кажется, что она имѣетъ непріятный вкусъ.—Такъ; теперь мы приготовимъ промывалку.

Ученикъ. Что это такое и къ чему это?

Учитель. Для нашихъ химическихъ опытовъ намъ нужна чистая вода, для того чтобы не внести въ растворы посторонні вещества. Эту воду мы сохраняемъ въ такомъ сосудѣ, которымъ удобно было бы пользоваться. Сначала я отрѣзаю кусокъ стекляной трубки, которая въ полтора раза длиннѣе, чѣмъ вотъ эта колба, а затѣмъ отрѣзаю еще короткій кусокъ. Длинную трубку однимъ концомъ я вношу въ пламя, вращая его до тѣхъ поръ пока края не размягчатся; при этомъ края спадаются и когда отверстіе уменьшится до $1/2$ милиметра, я вынимаю трубку изъ пламени и даю ей охладиться. Тѣмъ временемъ я сгибаю короткую трубку подъ тупымъ угломъ, а охладившуюся длинную подъ остромъ угломъ; а затѣмъ я закругляю всѣ острые края. Наконецъ я дѣлаю въ пробкѣ два отверстія, вставляю въ нее трубки, и моя промывалка готова (фиг. 32). Теперь я ее прополаскиваю хорошенько и наполняю дестиллированной водой?

Рис. 32.



Ученикъ. Къ чему все это?

Учитель. Когда я дую въ короткую трубку, то изъ другой вытекаетъ тонкой струей вода, которую я могу направить всюду, куда пожелаю. А если я хочу имѣть больше воды, я опрокидываю бутылку, и изъ короткой трубки вытекаетъ широкая струя.

Ученикъ. Мнѣ кажется, что ты слишкомъ много хлопоталъ для такого пустяка.

Учитель. Нисколько; употребленіе промывалки настолько облегчаетъ мои ежедневныя работы, что потраченный трудъ сейчасъ же вознаграждается. Каждый ремесленникъ обращаетъ вниманіе на то, чтобы имѣть по возможности хорошій и удобный инструментъ, хотя бы онъ и былъ дорогъ; онъ скоро оплачивается и приноситъ еще хорошій процентъ, такъ какъ съ его помощью возможно въ одно и то же время сдѣлать больше работы и выполнить ее лучше. Промывалка—это удобный инструментъ для химика.

Ученикъ. А Веньяминъ Франклинъ, какъ разсказалъ мнѣ мой отецъ, говорилъ, что нужно умѣть буравить молотомъ и пилить буравомъ, если это окажется необходимымъ.

Учитель. Это тоже не дурно; оно означаетъ, что нужно умѣть пользоваться тѣми средствами, которыя у насъ подъ руками, не только для одной какой-нибудь цѣли. Но одно дѣло умѣть выйти изъ затрудненія, если оно когда нибудь встрѣтится, другое дѣло—приспособиться къ правильной работѣ. Я бы могъ писать спичками, обмокнутыми въ чернила, если бы я не имѣлъ пера; но такъ какъ перьями можно лучше и скорѣе писать, то я и предпочитаю ихъ. —Однако мы забыли о водѣ. Какого она цвѣта?

Ученикъ. Кажется, никакого. Она безцвѣтна.

Учитель. Да, въ тонкихъ слояхъ она кажется безцвѣтной. Но въ толстыхъ слояхъ чистая вода синяго цвѣта.

Ученикъ. Отчего такая разница?

Учитель. Вода такъ слабо окрашена въ синій цвѣтъ, что его нельзя замѣтить въ тонкихъ слояхъ. Но въ самомъ началѣ нашихъ бесѣдъ я уже сказалъ тебѣ, что цвѣтъ выступаетъ тѣмъ яснѣе, чѣмъ толще слой. Если чистая вода находится въ бѣлой ваннѣ, то синій цвѣтъ ея становится замѣтнымъ.

Ученикъ. При первомъ случаѣ я посмотрю, можно ли это замѣтить. Но вода въ рѣкѣ не синяя, а бурая.

Учитель. Это оттого, что рѣчная вода содержитъ постороннія вещества, которыя окрашены въ бурый цвѣтъ. Морская вода большей частью чиста, и поэтому она кажется синей. Если въ ней содержатся примѣси бурыхъ веществъ, то она становится зеленой.

Ученикъ. Но вѣдь морская вода нечиста, она содержитъ поваренную соль.

Учитель. Совершенно вѣрно; но эта соль безцвѣтна и слѣдовательно не измѣняетъ цвѣта воды.—Какую плотность имѣетъ вода?

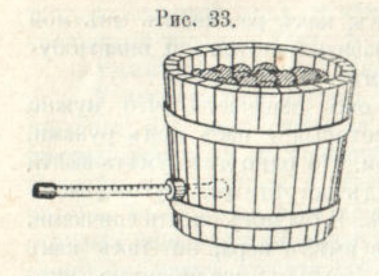
Ученикъ. Это я помню: ея плотность равна одному, потому что она служитъ единицей.

Учитель. Хорошо; такую плотность она имѣетъ при 4° C, при всѣхъ другихъ температурахъ плотность меньше. Тогда какъ почти всѣ другія вещества при нагрѣваніи расширяются, вода при нагрѣваніи отъ 0° до 4° C. сжимается, и только выше 4° C. она опять расширяется.

Ученикъ. Я хотѣлъ бы это видѣть!

Учитель. Можно сдѣлать этотъ опытъ различнымъ образомъ. Возьми деревянное ведро, пробуравь его немного выше дна, вставь

Рис. 33.



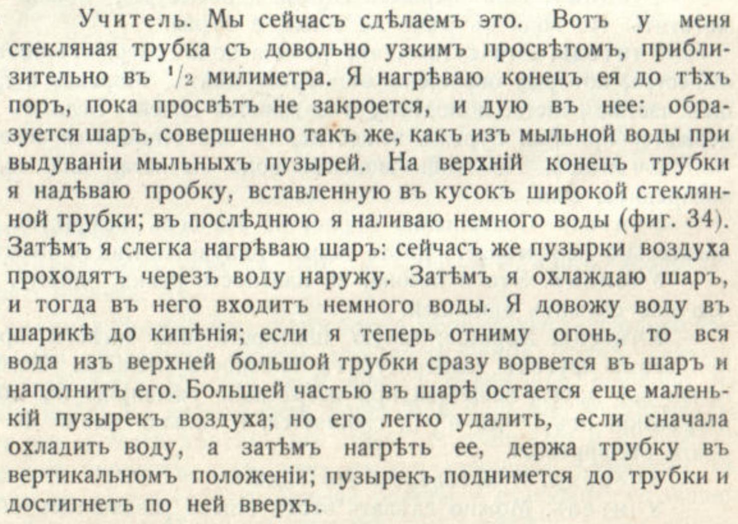
въ отверстіе пробку, въ которую продѣтъ термометръ. Затѣмъ наполни ведро ледяной водой, т. е. водой, въ которой плаваютъ куски льда и дай ему спокойно стоять (фиг. 33). Спустя нѣкоторое время, боковой термометръ будетъ показывать $+4^\circ$ С., тогда какъ другой термометръ, опущенный сверху немного ниже поверхности жидкости, покажетъ 0°. Объясни мнѣ это.

Ученикъ. Это оттого, что вода при 4° С. плотнѣе, чѣмъ при всякой другой температурѣ, она и собирается внизу.

Учитель. Собственно, нужно къ этому еще кое-что прибавить, но въ общемъ это вѣрно.

Ученикъ. Сейчасъ мнѣ пришло въ голову: нельзя ли это сдѣлать гораздо проще? Если я въ трубку такого вида, какъ термометръ налью воды, то она отъ 0^0 до 4° будетъ понижаться, а затѣмъ опять подниматься. Нельзя ли сдѣлать такой водяной термометръ?

Рис. 34.



Учитель. Мы сейчасъ сдѣлаемъ это. Вотъ у меня стеклянная трубка съ довольно узкимъ просвѣтомъ, приблизительно въ $^1/_2$ милиметра. Я нагрѣваю конецъ ея до тѣхъ поръ, пока просвѣтъ не закроется, и дую въ нее: образуется шаръ, совершенно такъ же, какъ изъ мыльной воды при выдуваніи мыльныхъ пузырей. На верхній конецъ трубки я надѣваю пробку, вставленную въ кусокъ широкой стеклянной трубки; въ послѣднюю я наливаю немного воды (фиг. 34). Затѣмъ я слегка нагрѣваю шаръ: сейчасъ же пузырки воздуха проходятъ черезъ воду наружу. Затѣмъ я охлаждаю шаръ, и тогда въ него входитъ немного воды. Я довожу воду въ шарикѣ до кипѣнія; если я теперь отниму огонь, то вся вода изъ верхней большой трубки сразу ворвется въ шаръ и наполнитъ его. Большей частью въ шарѣ остается еще маленькій пузырекъ воздуха; но его легко удалить, если сначала охладить воду, а затѣмъ нагрѣть ее, держа трубку въ вертикальномъ положеніи; пузырекъ поднимется до трубки и достигнетъ по ней вверхъ.

Ученикъ. А какъ же мнѣ получить скалу на ней?

Учитель. Я беру кусокъ сломаннаго ненужнаго масштаба, или кусокъ бумаги, на которой нанесены дѣленія въ милиметрахъ, или что-нибудь другое въ этомъ родѣ и прикрѣпляю къ трубкѣ при помощи сургуча. Послѣ того какъ водяной термометръ принялъ температуру комнаты, я снимаю верхнюю трубу съ пробкой. Теперь я передамъ тебѣ этотъ аппаратъ и термометръ къ нему. Ты свяжи ихъ вмѣстѣ, такъ чтобы ты могъ легко читать на обѣихъ скалахъ, и поставь ихъ въ одинъ большой сосудъ съ водой. Тогда ты отмѣть уровень ртути въ термометрѣ и уровень воды. Прибавь въ сосудъ немного льду, чтобы температура понизилась приблизительно на два градуса, помѣшай немного воду (по крайней мѣрѣ втеченіе 5 минутъ), пока водяной термометръ установится на одной постоянной точкѣ, и опять отмѣть оба уровня. Такъ ты будешь повторять опытъ, пока приблизишься къ 0°. Завтра разскажешь мнѣ, что ты нашелъ.

Ученикъ. Я боюсь, что ты будешь недоволенъ. Вчера я все послѣ-обѣденное время работалъ съ термометромъ, но никакъ не могъ добиться того, чтобы объемъ воды былъ наименьшій при 4°.

Учитель. Что же ты получилъ?

Ученикъ. Хотя сначала, когда термометръ падаетъ, вода и понижается, но уже почти при 8° она останавливается, и когда охлажденіе увеличивается, она уже поднимается, и я получаю каждый разъ, что вода занимаетъ наименьшій объемъ при температурѣ въ 8^0.

Учитель. Отчего же это можетъ зависѣть?

Ученикъ. Я объ этомъ совсѣмъ еще не думалъ; я полагалъ все время, что я нехорошо наблюдалъ; но всегда я получалъ одно и то же.

Учитель. Значитъ, твои наблюденія правильны. А какую величину ты наблюдалъ?

Ученикъ. Объемъ воды.

Учитель. Нѣтъ, ты наблюдалъ только уровень воды, и отсюда заключалъ объ объемѣ. Но чтобы сдѣлать такой выводъ, тебѣ нужно быть увѣреннымъ въ томъ, что вмѣстимость шара термометра всегда остается одной и той же. Увѣренъ ли ты въ этомъ?

Ученикъ. Дай-ка, подумать. Да, вѣдь при одной и той же температурѣ былъ всегда одинъ и тотъ же уровень.

Учитель. Очень хорошо. Но изъ этого ты могъ только заключить, что при одной и той же температурѣ была одна и та же вмѣстимость. Что ты скажешь теперь?

Ученикъ. Ты хочешь сказать, что стекло шара расширилось вслѣдствіе теплоты? Но это ничего не значитъ, потому что стекло такъ тонко, что оно составляетъ лишь незначительную часть объема воды. И небольшое расширенье такой незначительной части не можетъ сдѣлать большой разницы.

Учитель. Ты сдѣлалъ ошибку въ твоемъ разсужденіи. Ты полагалъ, что идетъ рѣчь объ измѣненіи объема, занимаемаго стекломъ? Это ошибка, потому что рѣчь идетъ объ увеличеніи объема стекляннаго шара, а это измѣненіе равно измѣненію массивнаго шара, тахихъ же размѣровъ; оно почти равно расширенію воды.

Ученикъ. Но вѣдь шаръ—не массивенъ.

Учитель. Представь себѣ массивный шаръ, который одинаково вездѣ нагрѣтъ до какой нибудь температуры: будетъ ли этотъ шаръ имѣть напряженіе или онъ будетъ находиться во внутреннемъ равновѣсіи?

Ученикъ. Я думаю, что онъ будетъ находиться въ равновѣсіи, потому что онъ расширяется равномѣрно.

Учитель. Вѣрно. Теперь представь себѣ, что этотъ шаръ составленъ изъ многихъ полыхъ шариковъ, плотно входящихъ другъ въ друга; измѣнится ли что нибудь теперь, если такой шаръ будетъ нагрѣваться?

Ученикъ. Я не вижу основаній.—Ахъ, теперь я понимаю: внѣшній пустой шаръ расширяется одинаково, все равно—имѣются ли внутренніе шары или ихъ нѣтъ; значитъ, онъ расширяется, какъ массивный шаръ. Это ловко!

Учитель. Теперь ты понимаешь, почему точка наименьшаго объема воды, лежала у тебя слишкомъ высоко. Если бы вода совсѣмъ не расширялась, она понижалась бы въ аппаратѣ при повышеніи температуры, такъ какъ объемъ шара становится все больше. Но когда расширеніе воды становится точно также велико, какъ и расширеніе стекла, вода останавливается въ трубкѣ; это происходитъ при 8°. Итакъ, ты наблюдаешь разницу между расширеніемъ воды и расширеніемъ стекла, и для того чтобы знать точно первое, тебѣ нужно раньше знать второе, а это нелегко сдѣлать.

Ученикъ. Вотъ бѣда! я думалъ сдѣлать лучше, а оказалось, что я напрасно старался.

Учитель. Это было не напрасно, ибо ты видѣлъ, какъ много приходится думать при каждомъ опытѣ, прежде чѣмъ изъ него можно сдѣлать какой-нибудь выводъ.

20. Ледъ.

Учитель. Вчера ты познакомился съ нѣкоторыми свойствами воды; что ты помнишь лучше всего?

Ученикъ. Я хорошо помню то, что ты говорилъ о наибольшей плотности воды, и помню тѣ опыты, которые были при этомъ продѣланы. Я сдѣлалъ опытъ съ ведромъ и вышло совсѣмъ такъ, какъ ты говорилъ.

Учитель. Хорошо. То, что плотность воды при 4° наибольшая или максимальная, имѣетъ большое значеніе въ природѣ.

Ученикъ. Какое значеніе можетъ имѣть небольшое различіе въ плотности?

Учитель. Когда вода, находящаяся въ покоѣ, какъ напр. вода въ озерѣ, зимой охлаждается сверху, то охладившіяся массы воды опускаются мало по малу внизъ до тѣхъ поръ, пока вся вода не приметъ температуры въ 4°. Но затѣмъ холодная вода уже болѣе не опускается, она остается наверху, пока не замерзнетъ, а внизу вода сохраняетъ температуру въ 4° С., точно такъ же, какъ это происходило въ опытѣ съ ведромъ.

Ученикъ. Значитъ и рыбамъ не такъ холодно.

Учитель. Дѣло не только въ этомъ. А вотъ если бы было иначе, то ледъ садился бы на дно озера, и оно бы промерзло во всю толщину, вмѣсто того, чтобы замерзать только на поверхности нетолстымъ слоемъ. Всѣ рыбы погибли бы, и весной потребовалось гораздо больше времени, чѣмъ теперь, для того, чтобы ледъ оттаялъ. Въ быстро текущихъ рѣкахъ, гдѣ вода хорошо перемѣшивается, она тоже можетъ въ суровую зиму охладиться до 0°, и тогда образуется грунтовой ледъ, который подымается наверхъ, когда масса его достигаетъ достаточно большихъ размѣровъ.

Ученикъ. Я полагалъ, что ледяная кора образуется на поверхности озера, потому что ледъ плаваетъ на водѣ.

Учитель. И это обстоятельство имѣетъ значеніе, въ дѣлѣ предохраненія озеръ отъ промерзанія во всю толщину. Здѣсь мы переходимъ къ нѣкоторымъ свойствамъ льда. Ты знаешь, что вода при 0° переходитъ въ ледъ. Но теперь я покажу тебѣ, что это не всегда бываетъ. Я смѣшиваю толченный ледъ съ небольшимъ коли-

ствомъ поваренной соли, при этомъ температура падаетъ ниже 0°, и тѣмъ ниже, чѣмъ больше прибавлено соли. Дай-ка мнѣ теперь твой водяной и ртутный термометры. Моя охладительная смѣсь имѣетъ —5°, я вношу въ нее шарикъ водяного термометра и охлаждаю въ немъ находящуюся воду.

Ученикъ. Она замерзнетъ, а шарикъ лопнетъ!

Учитель. Ну, ты приготовишь тогда себѣ другой. Однако мы можемъ еще долго ждать, а вода все не замерзнетъ.

Ученикъ. Отчего это?

Учитель. Пока нѣтъ въ водѣ кусочковъ уже готоваго льда, до тѣхъ поръ можно охладить воду гораздо ниже 0°, и она не застынетъ. Но стоитъ внести въ нее кусочекъ льда, и она застынетъ сама собой.

Ученикъ. Отчего это происходитъ? — Извини, я знаю, я долженъ спросить иначе: отъ чего это зависитъ?

Учитель. Это несовсѣмъ легкій вопросъ. Ты помнишь, что если рядомъ въ смѣси одновременно существуютъ вода и ледъ, то температура показываетъ 0°, и не измѣняется. А когда одна только вода охлаждается ниже 0°, то ледъ, правда, можетъ образоваться, но это не необходимо; это общее правило, что когда имѣются условія для того, чтобы выдѣлились вовыя вещества или новыя формы, то само по себѣ это выдѣленіе обыкновенно не наступаетъ и точку перехода одного вещества въ другое или одной формы въ другую можно болѣе или менѣе перешагнуть. И только когда эти новыя вещества уже находятся на лицо, переходъ за этотъ пунктъ невозможенъ, и тогда происходитъ лишь увеличеніе уже имѣющихся на лицо веществъ.

Ученикъ. Но это собственно не объясненіе, а только описаніе.

Учитель. Совершенно вѣрно! Ты знаешь теперь, при какихъ обстоятельствахъ наступаютъ подобныя явленія и каковы отношенія между ними. Чего же ты еще хочешь? Когда ты больше познакомишься съ химіей, ты узнаешь многіе другіе факты, относящіеся сюда, и эти явленія станутъ тебѣ понятны со всѣхъ, такъ сказать сторонъ. Это все, чего можно достигнуть при помощи науки, но этого совершенно достаточно. Такъ какъ позже намъ еще придется говорить о подобныхъ вещахъ, то я сообщу тебѣ ихъ названіе. То, что происходило съ водой, называется переохлажденіемъ; вообще же подобныя явленія называются явленіями перехода за опредѣленную границу.

Ученикъ. Я вижу, что мнѣ еще многому придется учиться!

Учитель. Вѣкъ живи, вѣкъ учись. — И такъ, ледъ плаваетъ на водѣ; что отсюда вытекаетъ?

Ученикъ. Что ледъ легче воды.

Учитель. Думаешь ли ты, что вода при замерзанiи уменьшается въ вѣсѣ?

Ученикъ. Нѣтъ... вода, которая вытѣсняется льдомъ, вѣситъ больше, чѣмъ ледъ.

Учитель. Да, когда онъ погруженъ въ нее. Или другими словами: когда вода замерзаетъ, то образующiйся ледъ занимаетъ большiй объемъ, чѣмъ занимала раньше вода. Именно, десять объемныхъ частей воды даютъ больше 11 такихъ же объемныхъ частей льда. Это также особенность воды. Другiя вещества при замерзанiи сжимаются, такъ что твердыя частицы ихъ тонутъ въ расплавленной массѣ этихъ же веществъ.

Ученикъ. Это находится въ связи съ расширенiемъ воды ниже 4?

Учитель. Это вопросъ, надъ которымъ уже много работали, но до сихъ поръ нельзя еще дать на него увѣреннаго отвѣта. Вѣроятно, связь есть.— Видѣлъ ли ты когда нибудь, какъ вода начинаетъ замерзать.

Ученикъ. Т. е. когда она еще очень мало замерзла? Тогда на поверхности ея тянутся такiя длинныя острыя иглы. Я часто видѣлъ это въ лужахъ.

Учитель. Это кристаллы, потому что ледъ это — кристаллическое вещество.

Ученикъ. Я знаю, я нѣсколько разъ видѣлъ большiе кристаллы снѣга. Они имѣли видъ звѣздъ съ шестью лучами или шестиугольныхъ пластинокъ.

Учитель. Совершенно вѣрно; вотъ передъ тобой фотографическiя изображенiя снѣжныхъ кристалловъ (фиг. 35). Ледяные узоры на окнахъ это—тоже кристаллы льда.

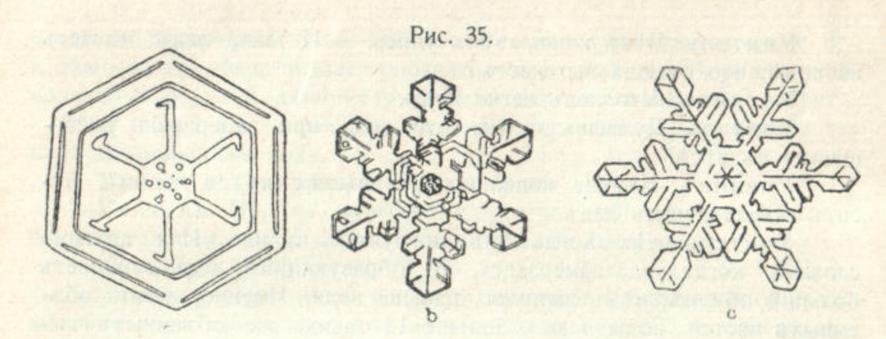
Ученикъ. Однако ихъ поверхности неправильны.

Учитель. Такъ какъ вода слишкомъ скоро замерзаетъ на стеклѣ, то кристаллы не успѣваютъ образоваться какъ слѣдуетъ со всѣхъ сторонъ. Но иногда на окнахъ встрѣчаются довольно правильные кристаллы, которые медленно образовались изъ водянаго пара, содержащагося въ воздухѣ.

Ученикъ. Значитъ иней тоже состоитъ изъ кристалловъ?

Учитель. Конечно; и когда солнце свѣтитъ, оно отражается на поверхностяхъ этихъ кристалловъ, и оттого они такъ красиво

Рис. 35.



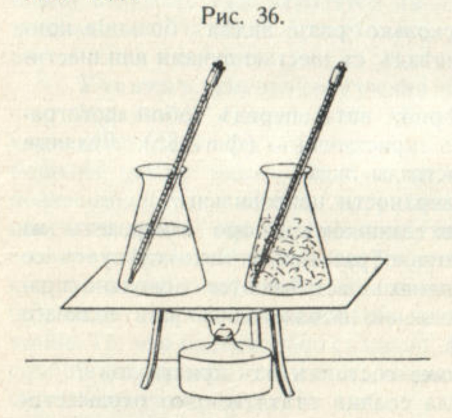
блестятъ. Да и большие куски льда, которые образуются въ замерзшихъ водахъ, оказываются при внимательномъ разсмотрѣнiи кристаллическими.—Ледъ тоже синiй, какъ и жидкая вода.

Ученикъ. А вѣдь снѣгъ бѣлый! Погоди, я знаю почему: потому, что онъ очень мелкiй. Я вспоминаю также, что большiя ледяныя глыбы, которыя развозятся зимой, въ нѣкоторыхъ мѣстахъ кажутся свѣтло-голубыми.

Учитель. Съ высокихъ горъ, покрытыхъ вѣчнымъ снѣгомъ, спускаются въ долины ледяныя массы; онѣ называются глетчерами. При движенiи своемъ глетчеры раскалываются, и тогда въ трещинахъ ясно виденъ ихъ красивый голубой цвѣтъ.

Ученикъ. Это потому, что свѣтъ долженъ пройти толстые слои льда.

Рис. 36.



Учитель. Вѣрно! Теперь мы подробнѣе поговоримъ о плавленiи льда. Я беру кусокъ толстой жести, кладу его на треножникъ, а подъ нимъ ставлю зажженную спиртовую лампу. Затѣмъ я беру два одинаковыхъ стакана или двѣ одинаковыхъ колбы, и въ одинъ я кладу ледъ, въ другой наливаю равное по вѣсу количество холодной воды, которая имѣетъ температуру въ 0° С. Стаканы я размѣщаю на жести симметрично, такъ чтобы каждый одинаково нагрѣвался

снизу; въ стаканахъ имѣются термометры. Теперь можно приступить къ опыту (фиг. 36).

Ученикъ. А что я увижу?

Учитель. Что ледъ поглощаетъ нѣкоторое количество тепла, но не становится теплѣе.

Ученикъ. Какъ же это возможно?

Учитель. Смотри только: термометръ въ водѣ уже поднялся съ 0° до 20°, а во льду все еще показываетъ 0°.

Ученикъ. Такъ и должно быть, потому что здѣсь находится вода вмѣстѣ съ льдомъ; слѣдовательно температура должна остановиться на 0°.

Учитель. Это вѣрно; ледъ поглощаетъ столько же тепла, сколько нужно было, чтобы вода нагрѣлась до 20°, и однако ледъ не сталъ теплѣе. Но что же произошло со льдомъ?

Ученикъ. Онъ частью растаялъ. Значитъ при таяніи льда потребляется тепло. Дѣйствительно потребляется.

Учитель. Именно такъ. Что такое теплота?

Ученикъ. Это видъ энергіи или работы. Значитъ, чтобы ледъ превратить въ воду, нужно затратить работу.

Учитель. Совершенно вѣрно. Прежде, когда не было еще понятія объ энергіи, этому очень удивлялись; говорили, что, хотя теплота и не обнаруживается въ этомъ случаѣ при помощи термометра, тѣмъ не менѣе она существуетъ, что она только скрылась; эту теплоту назвали скрытой теплотой. И теперь еще это названіе употребительно, хотя прежнее ложное представленіе и замѣнено болѣе правильнымъ.

Ученикъ. Я бы хотѣлъ понять это немного лучше.

Учитель. Ты знаешь, что вообще говоря для измѣненія существующаго состоянія нужно затратить работу или энергію; то же самое и здѣсь. Если ты хочешь напр. превратить кусокъ сахара въ порошокъ или сломать палку, или согнуть проволоку,—то тебѣ нужно для этого затратить работу. Точно также и таяніе льда требуетъ работы, и эта работа доставляется простымъ притокомъ теплоты.

Ученикъ. А эту работу можно доставить и другимъ путемъ?

Учитель. Конечно; если тереть другъ объ друга два куска льда при 0°, то они также дѣлаются жидкими Ну, теперь ледъ растаялъ и термометръ поднялся немного выше 0°. Другой термометръ показываетъ около 80°. Теперь запомни слѣдующее. Количество тепла, необходимое для нагрѣванія 1 грамма воды на 1 градусъ, называется калоріей (сокращено—кал.). Чтобы нагрѣть 1 грм. воды

до 80 градусовъ, необходимо 80 кал., чтобы нагрѣть 200 гр. воды до 30⁰, необходимо $200 \times 30 = 6000$ кал. Значитъ количество теплоты измѣряется произведеніемъ изъ измѣненія температуры (въ градусахъ Цельзія) на вѣсъ воды (въ граммахъ).

Ученикъ. Я понялъ это. А когда вода охлаждается?

Учитель. Тогда выдѣляется количество тепла, равное произведенію изъ пониженія температуры на количество воды.—Итакъ, то же самое количество тепла, которое нагрѣло воду до 80⁰, расплавило такое количество льда, вѣсъ котораго равенъ вѣсу воды. Значитъ, каждый граммъ воды поглотилъ 80 кал., и каждый граммъ льда столько же. Слѣдовательно, каждый граммъ льда требуетъ 80 кал., для того, чтобы обратиться въ воду, имѣющую температуру 0⁰. Другими словами, 80 кал. это — работа плавленія или теплота плавленія льда. Употребляя старое названіе, можно сказать, что 80 кал. это—скрытая теплота плавленія льда.

Ученикъ. Но вѣдь это число относится только къ 1 грамму льда.

Учитель. Совершенно вѣрно; такія числа вообще относятся къ единицѣ вѣса, потому что стоитъ умножить ихъ на вѣсъ, чтобы найти число, соотвѣтствующее данному количеству вещества. Мы сейчасъ примѣнимъ это правило. Мы отвѣшиваемъ въ стаканѣ большое количество воды, скажемъ 500 гр,, измѣряемъ его температуру чувствительнымъ термометромъ, затѣмъ отвѣшиваемъ кусокъ льда. Температура воды 18,7⁰, кусокъ льда вѣситъ 34 гр. Теперь я кладу ледъ въ воду и до тѣхъ поръ помѣшиваю термометромъ, пока весь ледъ не растаетъ. Температура упала, и термометръ показываетъ 12,4°. Отсюда можно вычислить скрытую теплоту плавленія льда.

Ученикъ. Вотъ я попытаюсь, 500 гр. воды охладились на $18{,}7 - 12{,}4 = 6{,}3^{\circ}$, они поглотили $500 \times 6{,}3 = 3150$ кал. При этомъ растаяло 34 гр. льда, слѣдовательно каждый граммъ поглотилъ 93 кал. Вѣрно?

Учитель. Почти, но несовсѣмъ. Подъ теплотой плавленія разумѣютъ теплоту, необходимую для превращенія 1 гр. льда, имѣющаго температуру 0°, въ воду, имѣющую тоже 0°. Но у насъ вода имѣла въ результатѣ не 0°, а въ смѣси съ остальной водой показала 12,4°. Значитъ ты получилъ для теплоты плавленія число слишкомъ большое.

Ученикъ. Да, я это вижу. Какъ же получить правильное число?

Учитель. Для этого нужно принять во вниманіе всѣ обстоятельства. 500 гр. воды на самомъ дѣлѣ потеряли 500×6,3=3150 кал. Изъ этого числа 34×12,4=422 кал. пошли на нагрѣваніе растаявшей воды, и лишь разница этихъ чиселъ 3150—422=2728 калорій были затрачены на плавленіе. Эта разница, раздѣленная на 34, даетъ 80 кал.; это и есть теплота плавленія льда.

Ученикъ. Я опять вижу, что продѣлать опытъ гораздо легче, чѣмъ вывести изъ него правильное заключеніе.

Учитель. Да мы и теперь еще далеки отъ такого заключенія. Мы не приняли во вниманіе того, что не только вода, но и термометръ и стаканъ также охладились. Затѣмъ мы упустили изъ виду, что стаканъ съ холодной водой нагрѣвался мало по малу здѣсь въ комнатѣ, такъ, что, пока ледъ таялъ, теплота притекала извнѣ; вслѣдствіе этого полученное пониженіе температуры ниже дѣйствительнаго пониженія. Но и это еще не все; мы не считались еще и съ другими обстоятельствами, но я не буду больше говорить о нихъ, чтобы не запутать тебя.

Ученикъ. Я уже запутался и не могу понять, какъ могутъ быть люди, которые все знаютъ и все дѣлаютъ правильно.

Учитель. Ты не можешь работать на токарномъ станкѣ, не можешь рисовать красками, тебѣ нелегко было научиться ѣздить на велосипедѣ. Дѣлать правильныя измѣренія это—тоже искусство, которому нужно научиться. Точныя измѣренія показали, что теплота плавленія льда равна 81 кал.

21. Водяной паръ.

Учитель. Сегодня мы будемъ говорить о водяномъ парѣ?

Ученикъ. Опять вода! Если у насъ потребуется столько же времени на другія вещества, то я недалеко уйду въ химіи.

Учитель. Вода служитъ намъ примѣромъ, на которомъ мы можемъ изучить отношенія веществъ при различныхъ обстоятельствахъ. Всѣ тѣ закономѣрныя отношенія, которыя ты замѣчалъ при плавленіи и застываніи, повторяются и при другихъ веществахъ, такъ что тамъ уже не придется снова изучать ихъ.

Ученикъ. Но почему именно на водѣ мы изучаемъ ихъ?

Учитель. Изъ всѣхъ существующихъ веществъ вода болѣе всего изучена и потому болѣе всего извѣстна.

Ученикъ. А почему она болѣе другихъ изучена?

Учитель. Потому что она встрѣчиется на землѣ въ очень большихъ количествахъ. Вспомни только о томъ, что земная поверхность имѣетъ одинъ видъ, когда температура ниже 0°, и другой видъ, когда температура выше 0°. Это зависитъ только оттого, что при 0° вода замерзаетъ. Это различіе проявляется не только въ томъ, что появляются снѣгъ и ледъ, а и въ томъ, что при 0° и ниже 0° жизнь растеній замираетъ, такъ какъ жидкіе соки не могутъ тогда уже двигаться въ нихъ.

Ученикъ. Да, я вижу, что вода почти вездѣ оказываетъ свое вліяніе.

Учитель. Кромѣ того, вода, которая встрѣчается въ столь большомъ количествѣ, легче другихъ веществъ получается въ чистомъ видѣ. Поэтому, при изученіи извѣстныхъ свойствъ ею особенно удобно пользоваться какъ веществомъ, съ которымъ можно сравнивать другія вещества. Мы уже дѣлали это, когда шла рѣчь о термометрѣ и о плотности. Да и для другихъ свойствъ вода играетъ роль „нормальнаго вещества".—Мы имѣемъ, какъ ты видишь, всѣ основанія для того, чтобы свойства воды изучить подробнѣе, чѣмъ свойства другихъ веществъ. И такъ, займемся опять явленіемъ кипѣнія воды.

Ученикъ. Развѣ въ немъ есть еще что-нибудь особенное? Я хорошо запомнилъ, что вода кипитъ при 100°, все равно—нагрѣвать ли ее на слабомъ или сильномъ огнѣ.

Учитель. Сейчасъ увидимъ. Я довожу воду въ этой колбѣ до кипѣнія, и въ то время когда она кипитъ, закрываю колбу пробкой. Что произойдетъ?

Ученикъ. Давленіе пара возростаетъ и въ концѣ концовъ разорветъ колбу.

Учитель. Вѣрно. Поэтому я удаляю огонь, чтобы колба охладилась. Для ускоренія я обливаю колбу водой; что же ты видишь?

Ученикъ. Это удивительно! Вода опять начинаетъ кипѣть!

Учитель. Я опять лью на колбу воду, и кипѣніе опять начинается. Теперь все уже настолько охладилось, что колбу можно—взять руками, не боясь обжечь себѣ руки; температура значитъ приблизительно 50°, и однако вода закипаетъ всякій разъ, когда и обливаю холодной водой верхнюю часть колбы.

Ученикъ. Вотъ этого ужъ дѣйствительно я не могу понять.

Учитель. Отчего? То что ты видишь, есть однако дѣйствительность.

Ученикъ. Но я училъ, что вода кипитъ при 100⁰, а здѣсь она кипитъ гораздо ниже.

Учитель. Что же ты отсюда выводишь?

Ученикъ. Что вода можетъ кипѣть при разныхъ температурахъ. Но это безсмыслица!

Учитель. Почему?

Ученикъ. Потому что прежде вода кипѣла какъ разъ при 100⁰, какое бы ни было подъ ней пламя.

Учитель. Правильно! Но если мы видимъ, что какое нибудь явленіе измѣнилось, мы должны заключить, что измѣнилось какое нибудь обстоятельство, отъ котораго зависитъ явленіе. Присмотрись внимательнѣе. Чѣмъ отличается кипѣніе теперь отъ прежняго кипѣнія?

Ученикъ. Прежде кипѣніе вызывалось нагрѣваніемъ, теперь —охлажденіемъ.

Учитель. Само охлажденіе этого не вызываетъ, потому что тогда вода должна была бы постоянно кипѣть въ колбѣ, послѣ того какъ огонь отнятъ. Не замѣчаешь ли ты еще одного важнаго различія?

Ученикъ. Да, ты закрылъ колбу пробкой. А какое вліяніе имѣетъ пробка на кипѣніе?

Учитель. Вынь-ка теперь пробку!

Ученикъ. Это нелёгко. А теперь слышно шипѣніе, какъ будто воздухъ съ силой всасывается въ колбу.

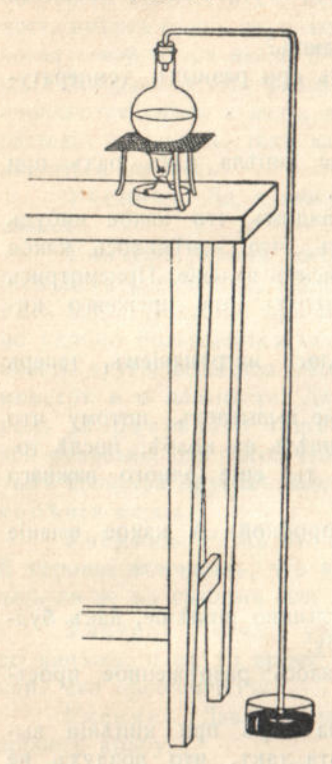
Учитель. Значитъ, въ ней образовалось разрѣженное пространство. Подумай-ка, отчего это?

Ученикъ. Я уже понимаю. Сначала паръ при кипѣніи выгналъ воздухъ, затѣмъ колба была закрыта такъ, что воздухъ не могъ въ нее войти.

Учитель. Вѣрно! Въ колбѣ остались только вода и водяной паръ. А когда я лилъ на верхнюю часть колбы холодную воду, то паръ сгущался, давленіе уменьшалось и вода должна была закипать.

Ученикъ. Значитъ вода въ самомъ дѣлѣ образуетъ паръ при всякой температурѣ, если уменьшается давленіе?

Учитель. Вода кипитъ при всякомъ давленіи, и каждому давленію соотвѣтствуетъ вполнѣ опредѣленная температура кипѣнія. Вода закипаетъ при 100⁰ только тогда, когда давленіе какъ разъ равно одной атмосферѣ. На высокихъ горахъ, гдѣ давленіе гораздо меньше, кипящая вода даже не настолько горяча, чтобы въ ней можно было варить мясо.


Рис. 37.

Ученикъ. Я бы хотѣлъ это видѣть.

Учитель. Кое что я покажу тебѣ. Я вставляю въ колбу пробку съ отверстіемъ, черезъ которое проходитъ дважды согнутая стеклянная трубка; длинное колѣно ея равно 80 сантиметрамъ (фиг. 37). Конецъ ея я погружаю въ чашку съ ртутью и нагрѣваю колбу. Ты слышишь, какъ сначала пузырки воздуха выходятъ черезъ ртуть. Теперь шумъ иной, и слышенъ стукъ какъ будто металла.

Ученикъ. Отчего это происходитъ?

Учитель. Водяной паръ теперь почти свободенъ отъ воздуха. Когда онъ входитъ въ холодную ртуть, онъ сразу превращается въ жидкую воду и стѣнки пузырьковъ пара спадаются быстро, благодаря чему окружающія пузырекъ стѣнки ртути ударяютъ другъ о друга. Теперь я отнимаю огонь и опять могу вызвать кипѣніе, если буду лить холодную воду.

Ученикъ. Зачѣмъ трубка опущена въ ртуть?

Учитель. Замѣть, что происходитъ, когда я обливаю колбу водой.

Ученикъ. Въ моментъ обливанія ртуть поднимается внезапно вверхъ, затѣмъ во время кипѣнія она падаетъ немного, но все же остается выше, чѣмъ стояла сначала.

Учитель. Теперь ты видишь все то, о чемъ я раньше говорилъ тебѣ. Чѣмъ ртуть выше втягивается, тѣмъ меньше значитъ давленіе въ колбѣ. Выше всего она стоитъ въ моментъ, когда я обливаю колбу водой; затѣмъ начинается кипѣніе, вслѣдствіе чего образуется паръ, который опять наполняетъ пространство. давленіе увеличивается и ртуть падаетъ.

Ученикъ. А почему же ртуть останавливается каждый разъ выше, чѣмъ она стояла раньше?

Учитель. Потому что вода въ колбѣ вслѣдствіе обливанія становится все холоднѣе. Поэтому и давленіе ея пара уменьшается. А чтобы вода опять закипѣла, нужно давленіе еще болѣе уменьшить.

Ученикъ. Слѣдовательно, кипѣніе наступаетъ тогда, когда давленіе на воду меньше, чѣмъ давленіе пара. Ты киваешь головой, значитъ это такъ А что же такое собственно давленіе пара? Вѣдь это только паръ въ колбѣ.

Учитель. Представь себѣ пустое пространство; въ немъ конечно нѣтъ никакого давленія. Теперь ты вливаешь туда немного воды; она превращается отчасти въ паръ; но это продолжается только до тѣхъ поръ, пока пространство не наполнится до извѣстной степени паромъ, а затѣмъ испареніе прекращается. Именно, парообразованіе происходитъ до тѣхъ поръ, пока паръ не пріобрѣтаетъ въ этомъ пространствѣ опредѣленной плотности и не оказываетъ извѣстнаго опредѣленнаго давленія. Какъ будутъ велики плотность и давленіе, это зависитъ отъ температуры. При 0° давленіе очень незначительно, оно можетъ поднять ртуть только на 4 милиметра, При 100° давленіе настолько велико, что оно въ состояніи преодолѣть давленіе воздуха.

Ученикъ. А выше 100°? Можно ли вообще сдѣлать воду еще горячѣе?

Учитель. Конечно, можно; нужно только увеличить давленіе, не давая пару удалиться. Это происходитъ напримѣръ въ паровомъ котлѣ. Когда давленіе въ два раза больше чѣмъ давленіе воздуха, вода имѣетъ температуру въ 121°, а при температурѣ въ 180°, давленіе въ 10 разъ больше. Это высокое давленіе примѣняется въ паровой машинѣ. Ты всегда можешь увидѣть, какъ велико давленіе въ котлѣ; тебѣ нужно только взглянуть на указатель аппарата, который по внѣшности напоминаетъ часы. Онъ называется манометромъ или измѣрителемъ давленія.

Ученикъ. Я часто видѣлъ этотъ аппаратъ; на немъ есть надпись „атм.“; что означаетъ эта надпись?

Учитель. Это сокращенное слово „атмосфера“. Одна атмосфера это—давленіе, которое производитъ воздухъ на поверхности земли; 5 атмосферъ означаетъ давленіе въ 5 разъ больше.—Я сказалъ тебѣ, что паръ приводитъ въ дѣйствіе машины; но кромѣ того онъ еще употребляется для отопленія. Ты знаешь, на чемъ основано примѣненіе его для этой цѣли?

Ученикъ. Потому что онъ горячій,—онъ нагрѣтъ вѣдь до 100°.

Учитель. Это не все; онъ отдаетъ гораздо больше тепла, чѣмъ вода при 100°.

Ученикъ. Это объясняется также, какъ въ случаѣ воды и льда.

Учитель. Совершенно вѣрно; чтобы воду температуры 100° превратить въ паръ такой же температуры, необходимо затратить очень большое количество работы, которая можетъ быть доставлена въ видѣ тепла. Мы можемъ приблизительно вычислить это. Отвѣсимъ сначала нѣкоторое количество воды и будемъ нагрѣвать ее на лампѣ втеченіе опредѣленнаго времени, а затѣмъ, зная количество воды и зная насколько поднялась температура, вычислимъ, сколько лампа отдаетъ теплоты каждую минуту. Затѣмъ мы на той же лампѣ будемъ кипятить воду нѣкоторое опредѣленное время; потомъ взвѣсимъ ее и изъ потери въ вѣсѣ узнаемъ, сколько образовалось пара. Тогда мы сможемъ вычислить, сколько калорій требуется на образованіе одного грамма пара.

Ученикъ. Я бы хотѣлъ сдѣлать этотъ опытъ; какой мнѣ взять сосудъ?

Учитель. Возьми колбу; мы отвѣсимъ въ ней 200 гр. воды. Вставимъ въ нее термометръ; онъ показываетъ 18°. Лампа горитъ уже нѣкоторое время, и слѣд. горитъ теперь ровнымъ пламенемъ; я ставлю ее подъ колбу и жду 15 минутъ. Такъ; какая теперь температура? Перемѣшай раньше воду!

Ученикъ. 78°. Значитъ, въ теченіе 15 минутъ поднялась на 60°, а въ 1 минуту на 4°. Такъ какъ тамъ было 200 гр. воды, то лампа даетъ 800 кал. въ минуту.

Учитель. Правильно!—Теперь вода начинаетъ кипѣть и я начинаю смотрѣть на часы. По прошествіи 10 минутъ, я отнимаю лампу и даю колбѣ немного охладиться. Взвѣшиваніе показываетъ, что она стала легче на 14 гр. значитъ, сколько калорій беретъ 1 гр. пара?

Ученикъ. 10 минутъ по 800 кал. составляетъ 8000 кал.; раздѣливъ на 14, получимъ 571 съ дробью.

Учитель. Довольно хорошо. Вѣрное число было бы 537 кал. Мы же нашли слишкомъ большое число оттого, что колба, нагрѣтая до 100°, потеряла больше тепла, чѣмъ при первомъ опытѣ, между 17 и 78°.

Ученикъ. Я уже догадываюсь, что здѣсь опять нужно принять во вниманіе разныя случайности, если хотятъ получить точныя числа.

Учитель. Вѣрно; но точное измѣреніе здѣсь даже немного затруднительнѣе, чѣмъ въ опытѣ со льдомъ Однако мы имъ не займемся теперь. Какъ ты видишь, теплота испаренія воды еще значительнѣе, чѣмъ ея теплота плавленія, она почти въ 7 разъ больше послѣдней.

Ученикъ. Да, теплота плавленія была 81 кал.

Учитель. Поэтому можно пользоваться паромъ для того, чтобы перенести нѣкоторое количество тепла съ одного мѣста на другое, причемъ этотъ переносъ нетрудно осуществить. Въ котлѣ разводятъ паръ и доставляютъ его при помощи трубъ туда, гдѣ хотятъ имѣть тепло. Въ школахъ и другихъ общественныхъ зданіяхъ часто устраивается такое паровое отопленіе; при этомъ отопленіи стоитъ только открыть или закрыть кранъ для того, чтобы помѣщеніе стало теплымъ или холоднымъ.

Ученикъ. А когда паръ отдалъ свое тепло, онъ вѣдь обращается въ воду; куда же дѣвается эта вода?

Учитель. Трубами ее отводятъ обратно въ котелъ. Вода дѣлаетъ такимъ образомъ по трубамъ полный круговоротъ; теплота же, отнятая у котла въ него уже не возвращается, а остается въ помѣщеніи, которое обогрѣвается. Тутъ происходитъ то же самое, что въ локомотивѣ: поршень направляется отъ машины къ мѣсту работы, къ колесу и возвращается обратно, но работа остается на колесѣ.

Ученикъ. Въ желѣзнодорожныхъ вагонахъ тоже паровое отопленіе? Зимою часто видно, какъ изъ вагоновъ выходитъ паръ.

Учитель. Да, тамъ пользуются для этого излишнимъ паромъ, который выходитъ изъ поршня локомотива послѣ того, какъ онъ уже сдѣлалъ свою работу.—Итакъ, мы познакомились теперь съ водой во всѣхъ трехъ ея состояніяхъ. Но значеніе ея для насъ этимъ еще не исчерпывается. Изъ другихъ ея свойствъ важнѣйшимъ для насъ является ея способность растворять разныя вещества. Помнишь ли, что ты училъ объ этомъ?

Ученикъ. Помню кое-что. Ахъ, да, вода насыщается, когда въ ней что нибудь растворяется.

Учитель. Скажи точнѣе!

Ученикъ. Если воду смѣшать съ такимъ веществомъ, которое можетъ въ ней раствориться, то въ растворъ переходитъ только опредѣленное количество вещества; тогда вода насыщена и больше растворять не въ состояніи.

Учитель. А когда ты берешь въ три раза больше воды?

Ученикъ. То въ ней растворится въ 3 раза больше вещества.

Учитель. Вѣрно! Но это вѣрно только для опредѣленной температуры; если ты нагрѣешь воду...

Ученикъ. То она растворитъ больше.

Учитель. Это невсегда вѣрно. Конечно, для большинства веществъ это такъ, но бываютъ и такія вещества, которыя при разныхъ температурахъ растворяются въ одинаковомъ количествѣ. Обыкновенная поваренная соль есть вещество, которое почти одинаково растворимо въ холодной и теплой водѣ.

Ученикъ. А случается ли наоборотъ, что вещество въ теплѣ меньше растворяется?

Учитель. И это случается, но рѣдко.

Ученикъ. Какія вещества растворяются въ водѣ и какія не растворяются.

Учитель. Строго говоря, всѣ вещества растворимы. Но многія изъ нихъ растворяются въ такомъ незначительномъ количествѣ, что это можно замѣтить только тогда, если прибѣгнуть къ особенно точнымъ пріемамъ.

Ученикъ. Но стекло вѣдь не можетъ растворяться въ водѣ!

Учитель. Именно стекло растворяется, хотя и мало, но замѣтнѣе другихъ, мало растворимыхъ веществъ.

Ученикъ. И это можно замѣтить?

Учитель. Возьми немного свекловичнаго сока и вылей его на кусокъ стекла: онъ остается краснымъ. Но разотри это стекло съ сокомъ въ чашкѣ, и онъ сейчасъ станетъ синимъ и потомъ зеленымъ. Это происходитъ оттого, что при растираніи стекло растворяется и дѣйствуетъ на свекловичный сокъ такимъ образомъ, что онъ окрашивается въ зеленый цвѣтъ.

Ученикъ. А почему нужно растирать?

Учитель. Раствореніе происходитъ тѣмъ скорѣе, чѣмъ больше поверхность, на которую дѣйствуетъ вода. При размельченіи же эта поверхность сильно увеличивается.

Ученикъ. Я этого не думалъ. Однако камни не растворяются во водѣ.

Учитель. Всѣ рѣчныя и ключевыя воды содержатъ растворенныя вещества. Что это такъ, ты можешь видѣть на кухонномъ котлѣ, въ которомъ кипятятъ воду: на немъ осаждаются постороннія вещества въ видѣ сѣрой коры, которую называютъ котельной накипью.

Ученикъ. Да, я недавно видѣлъ, какъ счищали котельную накипь. Она сильно пристала къ котлу.

Учитель. Ну-съ, эти посторонніе вещества извлекаются изъ горныхъ породъ, черезъ которыя протекаетъ вода, раньше чѣмъ она вырывается наружу въ видѣ источника. Вѣдь вначалѣ эта вода была чистой дестиллированной водой.

Ученикъ. Да? Кто же ее дестиллировалъ?

Учитель. Вода источниковъ образуется изъ дождя, который падаетъ на земную поверхность, просачивается черезъ почву и вытекаетъ наружу въ какомъ нибудь низкомъ мѣстѣ. А дождь изъ чего образуется?

Ученикъ. Изъ облаковъ.

Учитель. Такъ, а облака образуются отъ сгущенія водяного пара, который заключается въ воздухѣ. Значитъ дождевая вода это —дѣйствительно дестиллированная вода, даже свѣже дестиллированная. Но когда эта вода стекаетъ съ крышъ, она захватываетъ съ собой пыль, которая осѣла на нихъ, и поэтому она невсегда очень чистая.—Какъ образуется вода въ облакахъ?

Ученикъ. Вода испаряется на поверхности земли и вѣтромъ уносится вверхъ.

Учитель. Это отчасти вѣрно; но для испаренія воды нужна теплота, и ты только что видѣлъ, сколько ея нужно. Откуда берется эта теплота?

Ученикъ. Это, должно быть, солнечная теплота.

Учитель. Конечно. Такъ какъ солнечные лучи могутъ нагрѣвать все то, что они встрѣчаютъ на своемъ пути, то они тоже представляютъ собою видъ энергіи, который называется **свѣтомъ** или **лучистой энергіей**. Значитъ солнце производитъ работу испаренія воды и поднятія пара вверхъ. Когда же вода возвращается обратно въ видѣ дождя или снѣга, то она можетъ отдать часть взятой работы, напр. можетъ привести въ движеніе мельницу.

Ученикъ. Значитъ мельница приводится въ дѣйствіе собственно солнцемъ?

Учитель. Совершенно вѣрно; вѣдь если бы не появлялось солнце, то всѣ рѣки перестали бы течь. И вѣтряныя мельницы при водятся въ дѣйствіе солнцемъ, потому что вѣтры происходятъ также отъ дѣйствія солнца.

Ученикъ. Какъ все зависитъ другъ отъ друга! Теперь я буду смотрѣтъ на солнце и дождь совсѣмъ другими глазами.

Ученикъ. Ты увидишь такую зависимость еще во многихъ другихъ случаяхъ. Вернемся къ способности воды растворять вещества. Воду, въ которой растворилось какое нибудь вещество, называютъ растворомъ этого вещества. Такіе растворы примѣняются чаще, чѣмъ сами вещества.

Ученикъ. Почему?

Учитель. Потому что твердыя вещества большей частью или почти не дѣйствуетъ другъ на друга, или же дѣйствуютъ очень медленно и неполно; для того чтобы они химически могли дѣйствовать другъ на друга, нужно, чтобы они приходили въ соприкосновеніе въ жидкомъ состояніи. Это можно сдѣлать двояко: посредствомъ плавленія и посредствввмъ растворенія. Плавленіе чаще всего требуетъ высокой температуры, которую нелегко получить, тогда какъ раствореніе происходитъ очень легко. Кромѣ того, многія вещества измѣняются отъ дѣйствія высокой температуры.

Ученикъ. Какъ я вижу, вода это почти главное вещество въ химіи.

Учитель. Не только въ химіи, но и въ повседневной жизни. Всѣ питательныя вещества содержатъ большее или меньшее количество воды; чай, кофе, молоко, вино, пиво и т. п.,—все это растворы (отчасти также механическія смѣси) различныхъ веществъ въ водѣ; кровь и всѣ другіе соки нашего тѣла также водные растворы. И въ растеніяхъ движутси жидкости; ты вѣдь знаешь, что всякое растеніе погибаетъ, когда оно высыхаетъ, т. е. когда оно лишается своей воды. То же самое нужно сказать и относительно всѣхъ животныхъ.

Ученикъ. Мнѣ и не снилось, что вода дѣйствительно такое важное вещество. Значитъ, нужно сказать, что безъ воды нѣтъ жизни!

Учитель. Конечно, это можно сказать, но можно также сказать: безъ кислорода нѣтъ жизни, безъ азота нѣтъ жизни, безъ желѣза нѣтъ жизни и т. д. Жизнь—такая сложная вещь, что для ея существованія необходимо одновременное присутствіе цѣлой массы условій. Ты можешь представить себѣ ее въ видѣ натянутой цѣпи, состоящей изъ различныхъ звеньевъ; когда какое нибудь звено сломается, цѣпь разрывается, какъ бы ни были прочны остальныя звенья. Такимъ же образомъ прекращается жизнь, когда не хватаетъ одного какого нибудь изъ необходимыхъ для нея условій; поэтому никакое условіе нельзя назвать самымъ важнымъ.

22. Азотъ.

Учитель. Сегодня мы познакомимся поближе съ воздухомъ.

Ученикъ. Мы значитъ изучаемъ всѣ четыре элемента: сначала огонь, затѣмъ воду и землю, а теперь воздухъ!

Учитель. Древніе греки называли ихъ элементами, потому что они повсюду встрѣчались съ ними и поэтому не сомнѣвались въ ихъ важномъ значеніи. А такъ какъ мы тоже хотѣли изучать прежде всего самое важное, то понятно, и мы остановились на этихъ вещахъ. Что ты знаешь о воздухѣ?

Ученикъ. Что онъ газъ; но не элементъ, а смѣсь; одну пятую часть его составляетъ кислородъ и четыре пятыхъ другой газъ...

Учитель. Который называется азотомъ. Я уже сказалъ тебѣ, что азотъ, какъ и кислородъ, не имѣетъ цвѣта, запаха и вкуса, но что онъ отличается отъ кислорода тѣмъ, что не поддерживаетъ горѣнія. Кромѣ того онъ и самъ не горитъ, чѣмъ отличается отъ водорода.

Ученикъ. Значитъ азотъ не можетъ соединяться ни съ кислородомъ, ни съ другими веществами?

Учитель. Совершенно вѣрно; при обыкновенныхъ условіяхъ онъ не можетъ соединяться. Азотъ—совершенно особое вещество; онъ любитъ одиночество, неохотно вступаетъ въ соединенія съ другими элементами, а если и соединяется съ чѣмъ-нибудь, то какъ только представится случай, онъ тотчасъ отдѣляется. Поэтому воздухъ и содержитъ большое количество несоединеннаго ни съ чѣмъ азота; онъ газъ, и ему негдѣ больше скопляться, какъ только въ воздухѣ.

Ученикъ. Не растворяется ли онъ въ водѣ?

Учитель. Очень мало, еще меньше, чѣмъ кислородъ. Приготовимъ немного азота. Какъ это сдѣлать?

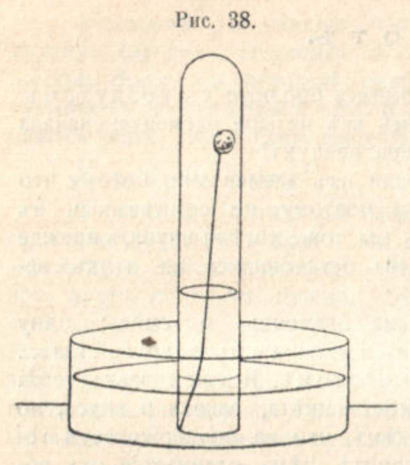
Ученикъ. Нужно отнять у воздуха кислородъ.

Учитель. Совершенно вѣрно; а какъ же его отнять?

Ученикъ. Можно сжечь что-нибудь въ воздухъ, напримѣръ, свѣчу.

Учитель. Это очень неудобно. Во первыхъ при этомъ образуются другіе газы, которые смѣшиваются съ азотомъ; во вторыхъ свѣча потухаетъ гораздо раньше, чѣмъ исчезаетъ весь кислородъ. У насъ есть другое средство: это фосфоръ. Онъ имѣетъ свойство отнимать безъ всякаго остатка кислородъ изъ воздуха уже при обыкновенной температурѣ. Я вношу кусокъ фосфора, надѣтаго на про-

Рис. 38.



волоку [1]), въ пробирку и опрокидываю послѣднюю надъ водой (фиг. 38). Ты видишь, какъ отъ фосфора отдѣляются бѣлые облака, которыя падаютъ внизъ: это продукты его окисленія, въ которыхъ содержится кислородъ. Вмѣстѣ съ тѣмъ вода начинаетъ медленно подниматься. Приблизительно черезъ часъ выдѣленіе облаковъ прекращается, а это показываетъ, что весь кислородъ уже поглощенъ: такимъ образомъ, одна пятая часть воздуха въ пробиркѣ исчезаетъ. Здѣсь у меня бутылка, въ которую вчера еще былъ помѣщенъ кусокъ фосфора; теперь она содержитъ одинъ лишь азотъ.

Ученикъ. Онъ такой же на видъ какъ и воздухъ.

Учитель. Ты сейчасъ убѣдишься въ томъ, что это не воздухъ. Я опускаю въ бутылку горящую лучину, и она сейчасъ же тухнетъ въ ней, какъ будто бы она попала въ воду.

Ученикъ. Дай мнѣ немного фосфора, чтобы я могъ повторить опытъ.

Учитель. Я не рѣшаюсь дать тебѣ фосфоръ, потому что онъ легко загорается и кромѣ того онъ очень ядовитъ. Я укажу тебѣ другой способъ. Есть одно соединеніе желѣза, которое называется желѣзнымъ купоросомъ и которое имѣетъ видъ зеленоватой соли. Если ты растворишь ее въ водѣ и смѣшаешь съ известью, то получишь жидкую кашу, которая очень быстро поглощаетъ кислородъ. Я приготовляю такую кашу въ этой большой бутылкѣ, закрываю ее пробкой и сильно взбалтываю. Если я затѣмъ опрокину бутылку надъ водой и открою пробку, то въ бутылку тотчасъ войдетъ вода; а это показываетъ, что часть воздуха исчезла.

Ученикъ. Позволь мнѣ сдѣлать опытъ съ лучиной. Вѣрно! она тотчасъ тухнетъ.

Учитель. Много опытовъ съ азотомъ я не могу продѣлать,

---

[1]) Чтобы надѣть фосфоръ на проволоку, его нужно расплавить въ горячей водѣ; затѣмъ въ расплавленный фосфоръ воткнуть конецъ проволоки и дать охладиться.

такъ какъ онъ не имѣетъ стремленія къ химическимъ соединеніямъ и слѣдовательно не годится для химическихъ реакцій.

Ученикъ. Онъ такой же легкій, какъ водородъ?

Учитель. Нѣтъ, такъ какъ онъ составляетъ главную составную часть воздуха, то онъ имѣетъ почти такую же плотность, что и воздухъ. Онъ немного легче воздуха, потому что кислородъ немного плотнѣе его.

Ученикъ. Значитъ азотъ—довольно маловажный элементъ, который не нуженъ для всего того, что происходитъ на землѣ.

Учитель. Нѣтъ, это совсѣмъ не такъ. Азотъ одинаково необходимъ какъ въ мирное, такъ и въ военное время: онъ образуетъ постоянную составную часть всѣхъ живыхъ существъ — животныхъ и растеній; затѣмъ соединенія азота составляютъ главную часть пороха, искусственныхъ красокъ и безчисленнаго множества другихъ веществъ, которыя имѣютъ важное значеніе въ промышленности и въ повседневной жизни. Въ то время какъ свободный азотъ ничего не стоитъ, потому что онъ содержится въ воздухѣ въ большомъ количествѣ, связанный азотъ имѣетъ большую цѣнность; 1 килограммъ его стоитъ около 45 копеекъ.

Ученикъ. Тогда нужно брать азотъ изъ воздуха и соединять его съ какимъ нибудь элементомъ!

Учитель. Да, но въ этомъ именно и заключается затрудненіе; это соединеніе обходится слишкомъ дорого, и цѣна азота опять получается высокая.

Ученикъ. Отчего же это? Вѣдь превратить кислородъ или водородъ въ соединенія ничего не стоитъ; соединеніе происходитъ само по себѣ.

Учитель. Вотъ тутъ-то и есть разница; азотъ не соединяется съ другими элементами „самъ собой". Ты хочешь, я вижу, спросить: почему это такъ? Потому что кислородъ и водородъ, переходя въ соединеніе, отдаютъ при этомъ работу; ты вѣдь видѣлъ, какъ много они при этомъ выдѣляютъ тепла. А когда мы хотимъ азотъ перевести въ соединенія его, мы должны для этого приложить или затратить работу. И такъ какъ работа нигдѣ даромъ не дается, то связанный азотъ стоитъ гораздо больше, чѣмъ свободный; совершенно обратное наблюдается при водородѣ.

Ученикъ. Но не при кислородѣ.

Учитель. Работу, необходимую для полученія свободнаго кислорода, дѣлаютъ растенія; ты скоро познакомишься съ этимъ ближе. А такъ какъ свободный кислородъ не остается въ растеніяхъ, а

разсѣевается въ воздухѣ, то онъ не имѣетъ никакой цѣны. Если бы кислородъ былъ твердымъ или жидкимъ веществомъ, его можно было бы собирать и продавать, какъ собираютъ и продаютъ теперь зерна и плоды.

Ученикъ. Значитъ. цѣнность этихъ веществъ заключается не въ нихъ самихъ, а въ работѣ, которая связана съ ними.

Учитель. Мысль твоя правильна, только ты неудачно выразился. Вещества вообще не существуютъ безъ извѣстнаго, опредѣленнаго имъ принадлежащаго запаса работы или энергіи. Значитъ нельзя говорить о веществахъ безъ этой энергіи. Дѣло заключается въ томъ, что въ однихъ случаяхъ несвязанные элементы обладаютъ большимъ запасомъ энергіи, чѣмъ ихъ соединеніе, въ другихъ случаяхъ (напр. азотъ)—наоборотъ. Смотря по тому, существуетъ ли то или иное отношеніе, большей цѣнностью обладаютъ то элементы, то соединенія.

Ученикъ. Но во всякомъ случаѣ цѣнность заключается въ энергіи.

Учитель. Въ общемъ это вѣрно.

Ученикъ. Ты сказалъ, что соединенія азота играютъ важную роль на войнѣ, потому что изъ нихъ готовятъ порохъ; это тоже имѣетъ связь съ вопросомъ о работѣ?

Учитель. Конечно. Вѣдь огнестрѣльное оружіе это также работающаа машина!

Ученикъ. Ого! Но оно служитъ для разрушенія, а не для работы.

Учитель. То, что ты называешь разрушеніемъ, есть во всякомъ случаѣ работа. Первая задача заключается въ томъ, чтобы сообщить пулѣ въ ружьѣ извѣстную, большую скорость. Что для этого нужна значительная работа, ты испыталъ на самомъ себѣ, когда бросалъ камни или другіе предметы.

Ученикъ. Да, теперь я понимаю тебя. Въ газовыхъ машинахъ, о которыхъ ты раньше говорилъ, также пользуются вспышкой для работы.

Учитель. Совершенно вѣрно; а когда хотятъ разрушить большія скалы или массы льда, на что требуется очень большая работа, то ихъ, какъ ты знаешь, взрываютъ порохомъ. Вотъ тебѣ ясный примѣръ такой работы.

Ученикъ. Да, я это вижу. Но причемъ же здѣсь азотъ?

Учитель. Такъ какъ въ соединеніяхъ азота больше работы, чѣмъ въ свободномъ азотѣ, то ими можно пользоваться для того, чтобы производить работу.

Ученикъ. Ага, вотъ въ чемъ дѣло!

Учитель. Да, по крайней мѣрѣ отчасти.

Ученикъ. Пожалуйста, отвѣть мнѣ еще на одинъ вопросъ, который я хотѣлъ еще раньше предложить. Ты сказалъ, что азотъ очень легко выдѣляется изъ своихъ соединеній и становится свободнымъ. Такъ почему же существуетъ все таки связанный азотъ, почему онъ не становится весь свободнымъ?

Учитель. Ты задалъ очень удачный вопросъ. Отвѣтъ таковъ: потому что различнаго рода работа, которая совершается въ природѣ, производитъ также и соединенія азота, связываетъ его. Такъ, нѣкоторыя растенія, а именно, мотыльковыя, какъ горохъ, бобы и др. имѣютъ способность часть своей работы употреблять на то, чтобы связывать азотъ. Электрическіе разряды въ воздухѣ, или молнія, тоже переводятъ свободный азотъ въ соединенія. Кромѣ того, съ связаннымъ азотомъ поступаютъ очень осмотрительно. Отбросы животныхъ содержатъ довольно много такого азота, и сельскій хозяинъ, удобряя навозомъ свои поля, возвращаетъ связанный азотъ въ почву, гдѣ онъ воспринимается растеніями.

Ученикъ. Вотъ значитъ почему удобряютъ поля! Я никогда не могъ понять, какую пользу могутъ принести растеніямъ эти вещества съ сквернымъ запахомъ.

Учитель. Кромѣ связаннаго азота, въ удобреніи имѣются еще нѣкоторыя другія вещества, которыя нужны растеніямъ; но азотъ между ними самый важный, потому что онъ—самый дорогой. Но если бы можно было лишить удобренія ихъ сквернаго запаха, это было бы только полезно, такъ какъ вещества, имѣющія непріятный запахъ, также содержатъ азотъ, а когда они уходятъ въ воздухъ, мы теряемъ азотъ.

Ученикъ. Значитъ азотъ—вонючее вещество? (Der Stickstoff ist also ein Stinkstoff).

Учитель. Пожалуй можно такъ сказать. Тебѣ знакомъ запахъ, который получается при сжиганіи шерсти?

Ученикъ. Да, отвратительный запахъ!

Учитель. Многія другія вещества издаютъ такой же запахъ, напримѣръ, рогъ, мясо, кожа и т. д. Всѣ эти вещества содержитъ азотъ; по этому запаху ихъ можно отличить отъ другихъ веществъ, которыя не содержатъ азота. Сахаръ, дерево, крахмалъ напримѣръ также пахнутъ непріятно при горѣніи, но они не имѣютъ этого особенно противнаго запаха; они въ то же время не содержатъ азота.

Ученикъ. Когда молоко сбѣгаетъ, то оно издаетъ такой же скверный запахъ, какъ жженный волосъ. Развѣ молоко содержитъ азотъ?

Учитель. Конечно, содержащееся въ молокѣ вещество, изъ котораго образуется сыръ, есть соединеніе азота.

Ученикъ. Старый сыръ тоже дурно пахнетъ, но иначе.

Учитель. И это зависитъ отъ соединеній азота.

Ученикъ. Развѣ всѣ соединенія азота дурно пахнутъ?

Учитель. Не всѣ, но большая часть. Но азотъ—не единственный элементъ, съ такимъ непріятнымъ свойствомъ; и соединенія сѣры также имѣютъ непріятный запахъ, но совсѣмъ другого рода.

23. Воздухъ.

Ученикъ. Ты вчера много разсказывалъ мнѣ о соединеніяхъ азота, но не одного изъ нихъ ты точно не описалъ и не показалъ мнѣ. Вѣдь ихъ должно быть цѣлая кучка.

Учитель. Да это такъ; съ отдѣльными соединеніями ты познакомишься позже, такъ какъ они показываютъ довольно сложныя отношенія. Пока же у насъ будетъ еще довольно дѣла съ свободнымъ азотомъ.

Ученикъ. Я думалъ, что о немъ много говорить не приходится. Да и ты самъ говорилъ тоже.

Учитель. Да, пока дѣло шло объ свойствахъ его, какъ элемента. Но такъ какъ азотъ образуетъ главную составную часть воздуха, то мы и займемся теперь послѣднимъ. Вся наша жизнь проходитъ въ воздухѣ, и все, что мы дѣлаемъ, также происходитъ въ воздухѣ; значитъ мы должны хорошо знать его свойства и умѣть правильно пользоваться ими, если только мы не хотимъ на каждомъ шагу натыкаться на затрудненія.

Ученикъ. Да, безъ воздуха нельзя жить. Но вѣдь ты сказалъ мнѣ, что это зависитъ только отъ кислорода, и что названіе азотъ этотъ газъ получилъ потому, что животныя въ немъ не могутъ жить.

Учитель. Совершенно вѣрно; и болѣе мы объ этомъ не будемъ говорить. Но воздухъ—газъ; изъ всѣхъ газовъ онъ—наиболѣе извѣстный и расцространенный. Поэтому мы на немъ подробно изучимъ свойства газовъ.

Ученикъ. Я очень радъ этому, такъ какъ долженъ сознаться, что газы я несовсѣмъ ясно представляю себѣ. Твердыя и жидкія

тѣла можно видѣть и ощупать; но нельзя видѣть, находится ли въ бутылкѣ кислородъ или водородъ, или же обыкновенный воздухъ; все равно, какъ если бы въ бутылкѣ ничего не было.

Учитель. Я согласенъ съ тобой; такъ какъ газы трудно увидѣть, то о нихъ обыкновенно извѣстно немногое. Поэтому я хочу тебѣ показатъ хоть кое-что. Ты вѣдь знаешь, что мы живемъ въ нѣкоторомъ газѣ, въ воздухѣ. Что воздухъ есть тѣло, мы узнаемъ во время вѣтра и бури; движущійся воздухъ можетъ, какъ и движущееся твердое или жидкое тѣло, привести въ движеніе другія тѣла, можетъ опрокинуть или разломать ихъ.

Ученикъ. Почему же мы не можемъ видѣть воздуха?

Учитель. Потому что мы находимся въ немъ. И рыбы не могутъ видѣть воды, въ которой онѣ плаваютъ. Но когда воздухъ окруженъ водой, то его можно увидѣть. Я вдуваю воздухъ при помощи трубки въ высокій стаканъ, наполненный водой; теперь ты очень хорошо можешь замѣтить шаровидные пузырьки воздуха (фиг. 39).

Рис. 39.

Ученикъ. Но въ самыхъ пузырькахъ я ничего не вижу.

Учитель. Конечно, потому что воздухъ прозраченъ. Въ водѣ, которая въ этомъ стаканѣ, ты тоже ничего не видишь; ты замѣчаешь лишь границы между водой и воздухомъ или стекломъ. То же самое и съ воздушнымъ пузырькомъ.

Ученикъ. Теперь я не понимаю, какъ мы можемъ видѣть воздухъ въ водѣ, если эти оба тѣла прозрачны.

Учитель. Хотя оба они прозрачны, однако они различно вліяютъ на свѣтъ, который проходитъ черезъ нихъ. Въ физикѣ это называется различнымъ преломленіемъ свѣта. Поэтому ты и не видишь никакого особеннаго цвѣта, а видишь только переходъ отъ свѣтлаго къ темному — Но теперь мы точнѣе изучимъ воздухъ съ другой стороны. На урокахъ физики ты уже слышалъ кое-что о воздушномъ давленіи и о барометрѣ. Займемся этими вещами. Что такое барометръ?

Ученикъ. Это—наполненная ртутью трубка, открытая снизу и закрытая сверху.

Учитель. Приблизительно вѣрно. Вотъ у меня стеклянная трубка, которую я могу запирать сверху при помощи стекляннаго

Рис. 40.



крана. Нижній конецъ ея посредствомъ каучука соединенъ съ другой открытой трубкой (фиг. 40). Я открываю кранъ и вливаю ртуть въ другую трубку до тѣхъ поръ, пока вся каучуковая трубка и обѣ стекляныя трубки не будутъ на половину наполнены ртутью. Я укрѣпляю трубки въ вертикальномъ положеніи; какое положеніе приметъ тогда ртуть?

Ученикъ. По закону сообщающихся трубокъ ртуть должна съ обѣихъ сторонъ стоять на одинаковомъ уровнѣ. Смотри такъ и есть

Учитель. А если я теперь подниму трубку, которая не имѣетъ крана?

Ученикъ. Тогда ртуть поднимется въ другой трубкѣ. Смотри, вотъ она уже выходитъ изъ крана.

Учитель. Я закрываю кранъ. Теперь я опускаю другую трубку. Но ртуть не падаетъ, а остается на уровнѣ крана. Почему?

Ученикъ. Потому что кранъ закрытъ и воздухъ не можетъ войти.

Учитель. Какое отношеніе имѣетъ здѣсь воздухъ къ уровню ртути?

Ученикъ. Здѣсь дѣло идетъ о давленіи воздуха. Погоди, я хочу сообразить. Да, въ открытой трубкѣ воздухъ можетъ давить на ртуть, въ закрытой —не можетъ.

Учитель. Вѣрно! Но теперь ртуть начинаетъ подъ краномъ понижаться. Кранъ не сталъ плохо запирать, потому что, когда я поднимаю другую трубку, то ртуть опять поднимается до крана. Когда я опускаю, ртуть опять падаетъ. Почему это такъ?

Ученикъ. Давленіе воздуха не можетъ болѣе удержать ртуть.

Учитель. Конечно. Когда я поднимаю открытую трубку, ртуть поднимается въ другой трубкѣ; когда я опускаю ее, ртуть падаетъ. Теперь мы сдѣлаемъ нѣкоторыя измѣренія. Я ставлю обѣ трубки вплотную другъ возлѣ друга и прикладываю метръ къ верхушкѣ нижняго столбика ртути (столбика открытой трубки). Выше стоящій столбикъ ртути (въ закрытой трубкѣ) приходится противъ 75 сантиметровъ. Если я теперь буду опускать или поднимать трубки, окажется, что разница высотъ всегда составляетъ 75 сантм. Значитъ давленіе воздуха равно 75 сантм.

Ученикъ. Да, это высота барометра.

Учитель. Конечно, нашъ аппаратъ и есть барометръ. Но вѣдь давленіе воздуха это—давленіе, а 75 сантм. это—длина. Какъ же можно давленіе выражать длиной?

Ученикъ. Давленіе жидкости зависитъ отъ ея высоты.

Учитель. Зависитъ ли оно также отъ ширины жидкости?

Ученикъ. Нѣтъ, я училъ, что оно зависитъ только отъ высоты.

Учитель. Да, когда мы имѣемъ дѣло съ одной и той же жидкостью. Но при различныхъ жидкостяхъ давленіе зависитъ также еще отъ плотности. Ртуть въ $13^1/_2$ разъ плотнѣе воды, поэтому она, при одинаковой высотѣ, давитъ въ $13^1/_2$ разъ сильнѣе. Значитъ, для того чтобы получить съ водой такое же давленіе, какъ съ ртутью...

Ученикъ. Нужно взять столбъ воды, который въ $13^1/_2$ разъ меньше.

Учитель. Ты сказалъ какъ разъ наоборотъ. Разсуждай-ка вслухъ!

Ученикъ. Ртуть въ $13^1/_2$ разъ плотнѣе воды, слѣдовательно она давитъ въ $13^1/_2$ разъ сильнѣе, или вода давитъ въ $13^1/_2$ разъ слабѣе, чѣмъ ртуть; а чтобы получить одинаковое давленіе.... да, теперь я понялъ... для этого высота воды должна быть въ $13^1/_2$ разъ больше.

Учитель. Такъ это вѣрно. Итакъ, какую высоту будетъ имѣть водяной барометръ?

Ученикъ. $13^1/_2$ разъ 75 сантм. составитъ $1012^1/_2$.

Учитель. Да, немногимъ больше 10 метровъ. Теперь вспомни, остается ли давленіе воздуха всегда одинаковымъ?

Ученикъ. Нѣтъ, оно измѣняется; въ хорошую погоду барометръ стоитъ высоко, во время дождя—низко.

Учитель. Да, часто при сильномъ давленіи воздуха бываетъ хорошая погода и наоборотъ, хотя это и не всегда такъ, потому что на давленіе воздуха вліяютъ различныя причины. Однако мы не будемъ заниматься теперь этимъ вопросомъ.—Ты знаешь, что давленіе, соотвѣтствующее 76 сант. ртутнаго столба, принимается за единицу, которую называютъ одной атмосферой. Ты, кстати, знаешь, что называется атмосферой?

Ученикъ. Да,—воздухъ!

Учитель. Собственно—„воздушная сфера". Итакъ, подъ словомъ „атмосфера"—подразумѣвается давленіе воздуха. Въ физикѣ давленія выражаются обыкновенно въ сантиметрахъ ртути. Значитъ: 1 атм.=76 сант. ртути, 1 сантм. ртути=$^1/_{76}$ атм. Сегодня давле-

ніе воздуха составляетъ только 75 сант., т. е. $^{75}/_{76}$ или 0,987 атм. Если я теперь опять приподниму открытую трубку и затѣмъ открою кранъ, то я смогу ввести въ трубку опредѣленное количество воздуха; и этотъ вошедшій въ трубку воздухъ, какъ и остальной воздухъ въ этой комнатѣ, производитъ дявленіе въ 75 сант. ртути. Я такъ устанавливаю ртуть, чтобы она стояла на дѣленіи 100 въ трубкѣ съ краномъ. Это значитъ, что въ трубкѣ находится 100 сантм. воздуха. Теперь я опять закрываю кранъ, такъ что этотъ воздухъ можетъ измѣнять свой объемъ только вслѣдствіе движенія ртути. Теперь аппаратъ готовъ для опытовъ.

Ученикъ. А какіе опыты ты хочешь дѣлать?

Учитель. Я хочу показать тебѣ, какъ измѣняется объемъ воздуха съ измѣненіемъ давленія. Сначало я опускаю вторую трубку; что ты видишь?

Ученикъ. Ртуть понижается и въ первой трубкѣ, но гораздо меньше.

Учитель. Измѣримъ, какое пространство занимаетъ теперь воздухъ и подъ какимъ давленіемъ онъ находится. Пространство я могу опредѣлить по дѣленіямъ, которыя нанесены на трубку; оно равно 120 сантм. Чтобы опредѣлить давленіе, я долженъ измѣрить разницу высотъ ртути; она составляетъ 12,5 сантм. Чему же равно теперь давленіе воздуха?

Ученикъ. 12,5 сантм. ртути.

Учитель. Неправда!

Ученикъ. Да вѣдь ты самъ только что сказалъ это.

Учитель. Я сказалъ, что разница высотъ равна 12,5 сантм. А гдѣ ртуть стоитъ выше?

Ученикъ. Въ трубкѣ съ краномъ, гдѣ запертъ воздухъ. Да, значитъ въ ней давленіе должно быть тамъ меньше!

Учитель. Меньше, чѣмъ что?

Ученикъ. Чѣмъ оно было сначала.

Учитель. Вѣрно! а какъ велико оно было сначала?

Ученикъ. Я этого не знаю.

Учитель. Нѣтъ, ты это знаешь. Подумай-ка! Что я сказалъ тебѣ въ началѣ опыта? Какъ велико было давленіе воздуха, когда я заперъ его въ трубкѣ повернувъ кранъ?

Ученикъ. Ахъ, теперь я вспоминаю; оно было равно давленію воздуха, т. е. 75 сантм.

Учитель. А теперь чему оно равно?

Ученикъ. Меньше на 12,5 сантм., т. е. 62,5 сантм. Вѣрно?

Учитель. Да; теперь мы приведемъ трубки еще въ нѣсколько различныхъ положенiй и будемъ каждый разъ опредѣлять объемъ и давленiе. Все это напишемъ въ слѣдующей таблицѣ:

Давленiе			объемъ		
75	сантм.	ртути	100	куб.	сантм.
62,5	"	"	120	"	"
60,0	"	"	150	"	"
37,5	"	"	200	"	"
25,0	"	"	300	"	"

Ученикъ. Зачѣмъ намъ эта таблица?

Учитель. Я хочу показать тебѣ, какимъ образомъ открываютъ законъ природы. Мы имѣемъ двѣ величины—давленiе и объемъ, которыя измѣняются одна въ зависимости отъ другой; любому значенiю одной величины соотвѣтствуетъ опредѣленное, а не произвольное значенiе другой величины.

Ученикъ. Но вѣдь объемъ зависитъ отъ давленiя, а не давленiе отъ объема, потому что, если мы хотимъ имѣть опредѣленный объемъ, то мы должны раньше измѣнить давленiе.

Учитель. Это зависитъ отъ того, какъ построенъ аппаратъ. Если ты закроешь отверстiе пустого, т. т. наполненнаго воздухомъ, употребляемаго велосипедистами воздушнаго насоса и затѣмъ будешь вдавливать поршень внутрь, ты по своему желанiю можешь уменьшать объемъ воздуха и при этомъ легко замѣтишь, какъ увеличивается давленiе и какъ затрудняется движенiе поршня.

Ученикъ. Да, это вѣрно.

Учитель. И на нашей таблицѣ ты видишь, что, чѣмъ больше давленiе, тѣмъ меньше объемъ. Обозначимъ давленiе черезъ p, а пространство или объемъ черезъ v; мы знаемъ, что каждому значенiю и соотвѣтствуетъ опредѣленное значенiе v.

Ученикъ. Для чего же намъ здѣсь законъ природы?

Учитель. Онъ долженъ сдѣлать для насъ возможнымъ изъ каждаго значенiя p вычислить отвѣчающее ему значенiе v и наоборотъ.

Ученикъ. Какъ же это?

Учитель. А такъ, что мы находимъ такое равенство или такую формулу, которая изъ одного значенiя выводитъ другое.

Ученикъ. Я не понимаю этого.

Учитель. Представь себѣ, что ты имѣешь десять яблокъ; нѣкоторыя изъ нихъ въ карманѣ, другiя въ рукѣ. Обозначимъ че-

резъ t число яблокъ въ карманѣ, черезъ b число яблокъ въ рукѣ; если ты знаешь b, ты можешь вычислить t и наоборотъ. На чемъ основана эта возможность?

Ученикъ. На томъ, что я знаю, что всѣхъ яблокъ 10.

Учитель. Значитъ сумма t и b равна 10, и ты имѣешь формулу: $t+b=10$. Изъ этой формулы ты можешь вычислить t, когда дано b, и вычислить b, когда дано t.

Ученикъ. Это забавно.—Но вѣдь оно собственно излишне, потому что я это знаю и безъ формулы.

Учитель. Только оттого, что формула очень проста и что подобныя задачи очень часто приходится рѣшать. Но можетъ быть мы сумѣемъ найти такую же простую формулу для давленія и объема воздуха.

Ученикъ. Позволь, я попробую! $75+100=175$; $62,5+120=182,5$; $60+150=210$. Нѣтъ, не выходитъ, сумма становится все больше.

Учитель. Значитъ такая формула не годится. Ты впрочемъ могъ предвидѣть это, такъ какъ складывать можно только однородныя величины, напр. яблоки съ яблоками, но не разнородныя, какъ давленія съ объемами.

Ученикъ. Да, но какая же можетъ быть иная формула?

Учитель. Когда p увеличивается, v уменьшается. Какое же еще отношеніе можетъ существовать между p и v, которое удовлетворяло бы этому условію?

Ученикъ. Должно быть такихъ отношеній много.

Учитель. Конечно, но простыхъ немного. Найди-ка возможно простое помимо суммы.

Ученикъ. Можетъ быть произведеніе? Если одинъ множитель увеличивается, то другой долженъ уменьшаться, для того чтобы произведеніе осталось тѣмъ же самымъ.

Учитель. Попробуй, подходитъ ли это здѣсь?

Ученикъ. $75\times100=7500$; $62,5\times120=7500$; $50\times150=7500$; $37,5\times200=7500$; $25\times300=7500$. Да это подходитъ!

Учитель. Напиши же формулу!

Ученикъ. $p\times v=7500$.

Учитель. Правильно. Значитъ ты теперь нашелъ законъ природы, который связываетъ другъ съ другомъ давленіе и объемъ или выражаетъ зависимость ихъ другъ отъ друга.

Ученикъ. Безъ тебя я бы не нашелъ этого!

Учитель. Я думаю.

Ученикъ. Скажи, а ты самъ вывелъ это?

Учитель. Нѣтъ, уже почти 200 лѣтъ тому назадъ это нашелъ одинъ англійскій физикъ, по имени Бойль, вслѣдствіе чего и законъ называется закономъ Бойля.—Но мы еще не выразили этотъ законъ въ вполнѣ удобной формѣ. Если мы будемъ выражать давленія не въ сантиметрахъ ртути, а въ атмосферахъ, то всѣ значенія p станутъ въ 76 разъ меньше Тогда и произведеніе $p \times v$ будетъ не 7500, а $\frac{7500}{76} = 98{,}7$, а тогда формула получила бы такой видъ— $p \times v = 98{,}7$.

Ученикъ. Я это понимаю.

Учитель. Далѣе, если бы я имѣлъ сначала не 100, а только 80 куб. сантм. воздуха ..

Ученикъ. То произведеніе было бы равно $75 \times 80 = 6000$.

Учитель. Да, таково было бы первое произведеніе. А каковы были бы другія произведенія?

Ученикъ. Этого нельзя предвидѣть.

Учитель. Можно. Нужно только подумать. Я бы имѣлъ $^{80}/_{100}$ или $^{4}/_{5}$ прежняго количества воздуха. Что бы я потомъ ни продѣлывалъ съ воздухомъ, его количество всегда составляло бы $^{4}/_{5}$ первоначальнаго, и поэтому его объемъ при всякихъ обстоятельствахъ долженъ былъ бы составлять $^{4}/_{5}$ того объема который занимало первоначальное количество воздуха; значитъ всѣ значенія для v оказались бы меньше въ такомъ же отношеніи.

Ученикъ. А развѣ значенія p не уменьшились бы въ этомъ же отношеніи?

Учитель. Нѣтъ. Давленіе распространяется по всей массѣ воздуха и остается одинаковымъ, независимо отъ того, берешь ли ты большую или малую часть его. Вѣдь и тѣ 100 куб. сантм., съ которыми мы продѣлали опытъ, составляли совершенно произвольную часть комнатнаго воздуха, который вездѣ имѣлъ давленіе въ 75 куб. сантм.

Ученикъ. Почему съ давленіями бываетъ иначе, чѣмъ съ объемами?

Учитель. Какъ я тебѣ уже нѣсколько разъ говорилъ, ты въ такихъ случаяхъ не долженъ спрашивать почему, а долженъ только замѣтить себѣ, что нѣкоторыя величины показываютъ однѣ отношенія, другія же относятся иначе. Съ давленіями сходна въ этомъ отношеніи температура. Если напр. масса воды нагрѣта до опредѣленной температуры, то каждая часть этой массы имѣетъ такую же температуру, независимо отъ своей величины.

Ученикъ. Но какая нибудь масса воды можетъ въ различныхъ мѣстахъ имѣть различныя температуры.

Учитель. Конечно, но я говорю о массахъ, которыя имѣютъ вездѣ одинаковую температуру. Однако и здѣсь видно сходство между температурой и давленіемъ: если въ различныхъ точкахъ массы бываютъ различныя температуры или различныя давленія, то эти температуры или давленія не остаются постоянно различными, а уравниваются другъ съ другомъ.—Но мы должны вернуться къ нашимъ опытамъ. Ты видѣлъ, что число 7500, которое ты раньше постоянно получалъ при умноженіи, есть число случайное, такъ какъ оно зависитъ отъ количества воздуха и отъ единицъ, принятыхъ для измѣренія температуры и давленія. Мы должны дать нашей формулѣ такой видъ, чтобы была исключена такая случайность. Поэтому мы напишемъ законъ Бойля въ такой формѣ $pv = C$.

Ученикъ. Что означаетъ C?

Учитель. Оно означаетъ, что произведеніе pv имѣетъ всегда какую-нибудь опредѣленную величину, которая остается неизмѣнной до тѣхъ поръ, пока измѣняются только p и v. Поэтому p и v называются перемѣнными величинами или просто перемѣнными, и C называется константой, т. е. постоянной, неизмѣнной величиной.

Ученикъ. Но вѣдь и C можетъ имѣть различныя значенія.

Учитель. Да, если измѣняется количество воздуха. Ты уже видѣлъ, что произведеніе pv увеличивается или уменьшается въ томъ же отношеніи, въ какомъ увеличивается или уменьшается количество воздуха. Если мы обозначимъ черезъ m это количество, то мы можемъ написать $C = mK$, гдѣ K обозначаемъ другую постоянную величину, которая не зависитъ болѣе отъ количества m. Вставивъ это значеніе C въ уравненіе, получимъ $pv = mK$ или $\frac{pv}{m} = K$.

Ученикъ. Какая польза въ этой формулѣ?

Учитель. При помощи ея очень удобно можно примѣнять этотъ законъ для любого количества газа. Если это количество измѣряется въ куб. сантиметрахъ при давленіи въ 75 сантим., то наша первоначальная константа C равна 7500; слѣд. $7500 = 100$ K или $K = 75$. Вставивъ число 75 въ послѣднее ураненіе, мы получимъ

$$\frac{pv}{m} = 75$$

т. е. получимъ равенство, которое примѣнимо при всѣхъ опытахъ съ любымъ количествомъ воздуха.

Ученикъ. Я хотѣлъ бы убѣдиться въ этомъ!

Учитель. Мы сейчасъ сдѣлаемъ опытъ. Я запираю въ трубкѣ 60 куб. снтм. воздуха при обыкновенномъ атмосферномъ давленіи и опускаю затѣмъ вторую трубку до тѣхъ поръ, пока объемъ воздуха не увеличится до 100 куб. снтм. Какое получится тогда давленіе?

Ученикъ. Я не могу этого знать!

Учитель. А ты долженъ былъ бы знать; вѣдь это легко вывести изъ формулы. Тебѣ нужно только вставить въ нее соотвѣтствующія числа и вычислить p. Тебѣ извѣстны объемъ $v = 100$ и количество $m=60$.

Ученикъ. $\frac{p \times 100}{60} = 75$; слѣд. $p=45$. Давленіе равно 45 сантм.

Учитель. А какъ это провѣрить?

Ученикъ. Позволь, я могу это сдѣлать. Давленіе воздуха 75 сантм., а $75-45=30$, значитъ ртуть въ открытой трубкѣ должна стоять на 30 сантм. ниже, чѣмъ ртуть въ закрытой трубкѣ. Хочешь, чтобы я измѣрилъ?

Учитель. Да.

Ученикъ. Оно такъ и выходитъ!

Учитель. Это тебя удивляетъ?

Ученикъ. Да, это мнѣ кажется поразительнымъ.

Учитель. Что именно?

Ученикъ. А то, что это можно было напередъ сказать.

Учитель. Законы природы для того вообще и служатъ, чтобы съ ихъ помощью можно было предсказать то, что случится въ будущемъ. Вспомни только о предсказаніяхъ солнечныхъ и лунныхъ затмѣній.

Ученикъ. Да, я все это уже понялъ, но еще не привыкъ къ этому.

Учитель. Это вполнѣ естественно; но такъ какъ позже мы часто еще будемъ имѣть дѣло съ подобными вещами, то ты привыкнешь къ нимъ.

Непрерывность и точность.

Учитель. Понялъ ли ты все, что я говорилъ тебѣ вчера о законѣ Бойля?

Ученикъ. Да, я понялъ все, что ты говорилъ; но я не могу понять кой чего другого, о чемъ ты не говорилъ.

Учитель. Спрашивай!

Ученикъ. Вчера мы измѣрили пять или шесть различныхъ объемовъ и давленій. Затѣмъ ты вывелъ формулу pv=7500, которая относится къ нѣсколькимъ случаямъ, и примѣнилъ ее ко всѣмъ другимъ случаямъ. Развѣ такъ можно?

Учитель. Это вопросъ неглупый, и я постараюсь дать тебѣ отвѣтъ на него. Если ты дуешь нѣсколько разъ въ дѣтскую трубу и при этомъ всегда получается одинъ и тотъ же звукъ, ты вправѣ ожидать, что и въ будущемъ, когда бы ты ни вздумалъ подуть въ трубу, ты услышишь тотъ же звукъ.

Ученикъ. Конечно.

Учитель. То же самое и относительно формулы. Всякій разъ, когда ты умножалъ давленіе на объемъ газа, ты получалъ число 7500. Слѣдовательно, мы должны ожидать, что и въ будущемъ будетъ то же самое. И ты видѣлъ, что наше ожиданіе сбылось; мы провѣрили формулу и нашли ее правильной.

Ученикъ. Гмъ, такъ. Я не думалъ, что дѣло такъ просто.

Учитель. Оно, положимъ, и не такъ уже просто. Здѣсь дѣло идетъ объ извѣстномъ очень важномъ всеобщемъ законѣ, который мы постоянно примѣняемъ.

Ученикъ. Законъ, который общеизвѣстенъ! Я не знаю такого закона!

Учитель. Нѣтъ, ты его знаешь, потому что ты постоянно примѣняешь его; но ты только не привыкъ выражать его въ формулѣ закона. Это—законъ постоянства явленій природы.

Ученикъ. А что говоритъ этотъ законъ?

Учитель. Если явленіе происходитъ при опредѣленныхъ условіяхъ, то оно будетъ происходить и въ будущемъ, когда эти условія опять будутъ на лицо.

Ученикъ. Да это само собой понятно.

Учитель. Само собой понятнымъ обыкновенно называютъ то, что не продумано какъ слѣдуетъ. А вотъ раньше ты вѣдь задалъ вопросъ, на который отвѣчаетъ нашъ законъ.

Ученикъ. Да, но это былъ новый случай для меня.

Учитель. Это было только новое примѣненіе общаго закона, а не новый законъ. Ты видишь теперь, какъ важно умѣть ясно выразить такіе законы, которые „сами собой понятны“? Если бы тебѣ раньше былъ извѣстенъ законъ въ этой формѣ, ты бы самъ могъ отвѣтить на поставленный тобою вопросъ.

Ученикъ. Въ будущемъ я такъ и буду поступать. — Однако

это еще не все, что я хотѣлъ бы знать. Я вѣрю уже, что, если мы повторимъ опыты съ тѣми же самыми объемами, мы получимъ тѣ же самыя давленія. Но вѣдь сколько есть другихъ промежуточныхъ давленій и объемовъ, которыхъ мы не измѣряли! Почему же формула должна подходить и къ этимъ случаямъ? Вѣдь обстоятельства уже не тѣ же самыя.

Учитель. Разумный вопросъ! Здѣсь опять нами руководитъ новый общій законъ природы!

Ученикъ. Опять законъ природы!

Учитель. Для тебя это слишкомъ много? Успокойся, новый законъ тоже „самъ собой понятенъ“.

Ученикъ. Я только думаю, что въ концѣ концовъ мы будемъ имѣть столько законовъ; что не будемъ знать, куда отъ нихъ дѣваться.

Учитель. Да въ этомъ именно вся наша цѣль.

Ученикъ. Цѣль!?

Учитель. Законы природы говорятъ намъ, чего мы должны ожидать, когда наступаютъ нѣкоторыя опредѣленныя условія. Но законъ никогда не охватываетъ въ одно и тоже время всѣхъ условій, а лишь одно или нѣсколько изъ нихъ. Чтобы точно знать, что въ дѣйствительности произойдетъ, мы должны знать законы для всѣхъ, встрѣчающихся условій; тогда мы устранимъ всякія случайныя обстоятельства, и останется только одна какая-нибудь возможность. И это будетъ то, что дѣйствительно произойдетъ.

Ученикъ. Ахъ, такъ; вотъ что ты разумѣлъ, когда я сказалъ, что мы не будемъ знать, куда дѣваться отъ законовъ!

Учитель. Ты конечно думалъ иначе? Но вернемся къ твоему вопросу. Общій законъ, о которомъ я говорю, это—законъ непрерывности явленій природы.

Ученикъ. Пожалуйста, объясни мнѣ это!

Учитель. Мы только что видѣли, что можно выражать законы природы въ такой формѣ: если есть на лицо то-то, тогда наступитъ то-то. Но то, что имѣется на лицо, не есть что нибудь неизмѣняющееся, вполнѣ опредѣленное, оно можетъ имѣть различныя степени и размѣры; это же самое нужно сказать и о томъ, что наступаетъ. Теперь, если мы первое измѣняемъ непрерывно, т. е. такъ, чтобы значеніе его не измѣнялось скачками, то и второе также измѣняется непрерывно, т. е. такъ, что его значеніе не измѣняется скачками.

Ученикъ. Такъ вотъ почему латинская пословица говоритъ: natura non facit saltus, природа не дѣлаетъ скачковъ.

Учитель. Да, съ этими пословицами всегда одно и тоже. „Природа" тоже дѣлаетъ скачки, но тогда всѣ величины, которыя зависятъ одна отъ другой, также дѣлаютъ въ одно и то же время скачки.

Ученикъ. Я не вполнѣ себѣ это представляю.

Учитель. Подумай о переходѣ льда въ воду. Когда твердое вещество переходитъ въ жидкое, причемъ его состояніе измѣняется сразу, то вмѣстѣ съ тѣмъ и объемъ становится сразу меньше на $^1/_{11}$, и преломленіе свѣта, электрическія и другія многочисленныя свойства также сразу измѣняютъ свою величину.

Ученикъ. И всѣ свойства измѣняются такимъ образомъ?

Учитель. Почти всѣ; только масса и вѣсъ остаются неизмѣнными.

Ученикъ. Но я не вижу еще, какое это имѣетъ отношеніе къ моему прежнему вопросу.

Учитель. Ты спросилъ, почему мы можемъ допустить, что произведеніе давленія на объемъ, которое оказалось постояннымъ для нѣсколькихъ отдѣльныхъ случаевъ, останется постояннымъ для всѣхъ промежуточныхъ случаевъ. Что это такъ, вытекаетъ изъ закона непрерывности. Вѣдь если для двухъ произвольныхъ давленій, близко лежащихъ другъ къ другу, произведеніе одинаково, то оно должно остаться тѣмъ же и для промежуточныхъ давленій,— иначе вышло бы, что одинъ изъ факторовъ (или давленіе или объемъ) измѣняется скачками.

Ученикъ. Я не совсѣмъ еще понялъ это.

Учитель. Вернемся къ нашему прежнему примѣру съ дѣтской трубой. Если ты дуешь одинъ разъ сильно, другой разъ слабо и получаешь каждый разъ одинаковой высоты тонъ, то ты приходишь къ выводу, что, если ты будешь дуть не сильно и не слабо, а со средней силой, то получишь тотъ же тонъ.

Ученикъ. Да, конечно.

Учитель. Значитъ ты примѣнилъ законъ непрерывности.

Ученикъ. Ахъ! какъ это просто!

Учитель. Ты опять видишь, затрудненіе заключается не въ пониманіи закона, а въ примѣненіи его къ такимъ случаямъ, къ которымъ мы не привыкли.—Ну, теперь мы будемъ продолжать нашу бесѣду о законѣ Бойля. До сихъ поръ мы провѣрили его на давленіяхъ, которыя были ниже одной атмосферы. Какъ ты думаешь, будетъ ли онъ имѣть силу и для давленій, болѣе высокихъ?

Ученикъ. Я не могу сказать ни да, ни нѣтъ.

Учитель. Однако, у тебя есть одно основаніе сказать „да", это—законъ непрерывности. Попробуй примѣнить его.

Ученикъ. Для давленій, которыя немного больше одной атмосферы, произведеніе pv остается еще безъ измѣненія.

Учитель. Вѣрно.

Ученикъ. Но до какихъ поръ можно разсуждать такимъ образомъ?

Учитель. Это рѣшается опытомъ. Мы поднимаемъ нашу открытую трубу, поскольку это возможно. Теперь объемъ сжатъ до 40 куб. сант., и разница высотъ ртути составляетъ больше 1 метра. Такъ какъ одного метра для измѣренія не хватитъ, то я беру еще одинъ и нахожу $122\frac{1}{2}$ сантиметра. Будетъ ли теперь то же произведеніе?

Ученикъ. $122\frac{1}{2} \times 40 = 4500$. Нѣтъ произведеніе много меньше.

Учитель. Подумай-ка еще разъ!

Ученикъ. Ахъ, да, я забылъ о давленіи воздуха. Но я немогу отнять $122\frac{1}{2}$ отъ 75.

Учитель. Почему отнять?

Ученикъ. Потому что... ахъ, нѣтъ, теперь ртуть дѣйствуетъ въ ту же сторону, что и давленіе воздуха, значитъ я долженъ сложить оба числа. $122\frac{1}{2} + 75 = 187\frac{1}{2}$. и $187\frac{1}{2} \times 40 = 7500$. Получилось то же самое произведеніе!

Учитель. А что ты скажешь о давленіяхъ, которыя лежатъ между этимъ давленіемъ и одной атмосферой?

Ученикъ. И для нихъ произведеніе останется тѣмъ же самымъ по закону непрерывности.

Учитель. Тебѣ нечего улыбаться; это совершенно вѣрно. Ты возьмешь потомъ аппаратъ и, чтобы убѣдиться, сдѣлаешь нѣсколько такихъ измѣреній.

Ученикъ. Это хорошо; за это я тебѣ очень благодаренъ.

Учитель. Смотри только, не разсыпь ртути. Этотъ металлъ ядовитъ. Лучше всего ты возьми большой кусокъ картона, согни его края и склей ихъ, тогда получишь мелкую чашку; надъ этой чашкой ты и будешь работать.

Учитель. Ну-съ, удачны были твои измѣренія?

Ученикъ. Ахъ, къ сожалѣнію,—не очень. Произведеніе изъ давленія на объемъ невсегда было равно 7500, а иногда выходило немного больше, иногда немного меньше.

Учитель. Это въ порядкѣ вещей; такъ и должно было быть.

Ученикъ. Развѣ законъ Бойля не точенъ?

Учитель. Нѣтъ, не законъ, а твои измѣренія. Точно ли ты отсчитывалъ уровни ртути?

Ученикъ. Да, нелегко было правильно установить масштабъ и отмѣтить поверхность ртути.

Учитель. Видишь ли, при этомъ ты могъ ошибиться хотя и не на цѣлые сантиметры, но навѣрно на нѣсколько милиметровъ. Возьмемъ мой послѣднiй опытъ, когда объемъ былъ 40 куб. сант., а давленiе было $187\frac{1}{2}$ сант. Если бы я измѣрилъ невѣрно и насчиталъ бы лишнiй $\frac{1}{2}$ сант.,—а это возможно, такъ какъ я долженъ былъ удлинить масштабъ,—то я получилъ бы $188\times40=7520$ вмѣсто 7500. Если бы я насчиталъ меньше на $\frac{1}{2}$ сантм., то получилъ бы 7480. Здѣсь мы встрѣчаемся съ влiянiемъ ошибки опыта на результатъ измѣренiя.

Ученикъ. Да, я получилъ такiя же приблизительно числа.

Учитель. Кромѣ того возможна еще ошибка при измѣренiи объема. Трубка раздѣлена на кубическiе сантиметры и на десятыя доли ихъ; здѣсь ты тоже могъ ошибиться на одну десятую. И если ты насчиталъ 40,1 вмѣсто 40,0 то произведенiе должно было получиться $187\frac{1}{2}\times40.1=7518,75$, т. е. опять таки оно не совпадало бы съ истиннымъ числомъ. Предположимъ затѣмъ, что для давленiя ты получилъ число 188, то тогда произведенiе должно было получиться равнымъ 7538,8.

Ученикъ. А какъ можно знать, какое число будетъ правильнымъ.

Учитель. Вообще этого нельзя знать, потому что каждое измѣренiе въ какой нибудь мѣрѣ ошибочно.

Ученикъ. Но если сдѣлать измѣренiе какъ можно точнѣе?

Учитель. Тогда возможная ошибка станетъ **меньше**, но никогда не будетъ равна нулю.

Ученикъ. Значитъ вообще ничего нѣтъ дѣйствительно точнаго?

Учитель. **Никакая величина, полученная путемъ измѣренiя, не можетъ быть совершенно точной, т. е. не можетъ не заключать въ себѣ никакой ошибки.** Могутъ быть только измѣренiя большей или меньшей точности.

Ученикъ. Но что же дѣлаютъ тогда, когда получаютъ такiя различныя числа, какiя я получилъ? Какое число слѣдуетъ признать правильнымъ?

Учитель. Никакое изъ нихъ нельзя признать правильнымъ; можно только остановиться на одномъ числѣ, которое **по всѣмъ вѣроятiямъ** болѣе другихъ приближается къ правильному.

Ученикъ. Какъ же его узнать?

Учитель. Подумай—ка! Твои отсчитыванія могли оказаться ошибочными то въ одну, то въ другую сторону. Поэтому настоящее число должно находиться приблизительно по серединѣ между наибольшимъ и наименьшимъ изъ найденныхъ тобою чиселъ

Ученикъ. Это я понимаю.

Учитель. Значитъ изъ всѣхъ записанныхъ тобою чиселъ тебѣ нужно получить среднее число. Такое число получается, если сложить всѣ наблюденныя величины и сумму раздѣлить на число ихъ. Частное и даетъ намъ среднее число, которое наиболѣе приближается къ правильному.

Ученикъ. Пожалуйста, позволь мнѣ это сдѣлать, тогда я лучше это пойму. Я получилъ для произведенія pv слѣдующія числа: 7520, 7475, 7492, 7533, 7506, 7491.

Учитель. Итакъ, ты получилъ шесть значеній. Сложи ихъ и раздѣли всю сумму на шесть!

Ученикъ. 7520 + 7475 + 7492 + 7533 + 7506 + 7491 = 45017; 45017 : Т=7502,833.... Сколько написать десятичныхъ знаковъ?

Учитель. Ты можешь совсѣмъ ихъ отбросить.

Ученикъ. Но тогда я сдѣлаю ошибку.

Учитель. Да вѣдь ты знаешь, что во всѣхъ твоихъ измѣреніяхъ есть ошибка. Если ты разсмотришь твои числа ты увидишь. что уже цыфра десятковъ измѣняется; значитъ, цыфра единицъ и совсѣмъ ненадежна. Такимъ образомъ въ твоемъ среднемъ числѣ 7502,833 цыфра 0 на мѣстѣ десятковъ можетъ быть правильна, но 2 единицы очень сомнительны, потому что ты получилъ бы другую цыфру для единицъ, если бы ты продѣлалъ еще одно измѣреніе.

Ученикъ. Я сдѣлалъ еще одно измѣреніе и получилъ 7511.

Учитель. Продѣлай теперь вычисленіе съ семью значеніями; что тогда получится.

Ученикъ. 52528 : 7=7504.

Учитель. Ты видишь, сейчасъ получилось больше на двѣ единицы. Значитъ, ты сдѣлалъ бы ошибку, если бы ты написалъ единицы или даже дробные доли. Въ такихъ случаяхъ пишутъ на этихъ сомнительныхъ мѣстахъ просто нуль, чтобы показать, что нельзя дать точной цифры. Итакъ, какое число будетъ среднее?

Ученикъ. 7500.

Учитель. Вѣрно. Теперь мы вернемся къ вопросу, примѣнимъ ли законъ Бойля къ любымъ давленіямъ. Съ одной стороны оказалось, что законъ остается правильнымъ и для самыхъ малыхъ давленій, какія только могли быть измѣрены; но съ другой стороны

оказывается, что при большихъ давленіяхъ начинаются отклоненія, которыя при 10 атмосферахъ еще очень незначительны, при 100 уже довольно замѣтны, а при 1000 очень велики.

Ученикъ. А гдѣ начинаются эти отклоненія?

Учитель. Отвѣтъ на этотъ вопросъ зависитъ отъ точности измѣреній. Чѣмъ точнѣе измѣрены давленія и объемы, тѣмъ, оказывается, меньше тѣ давленія, при которыхъ наблюдаются первыя столкновенія.

Ученикъ. Значитъ законъ Бойля собственно несовсѣмъ точный законъ.

Учитель. Нѣтъ; да этого, быть можетъ, нельзя сказать ни объ одномъ законѣ природы. Но для нашихъ цѣлей законъ достаточно точенъ, потому что ошибки нашихъ измѣреній всегда будутъ гораздо больше, чѣмъ ошибка закона.—

25. Расширеніе воздуха отъ теплоты.

Учитель. Теперь ты вполнѣ понимаешь законъ Бойля?

Ученикъ. Я думаю. Но мнѣ непонятно другое. Ты самъ както говорилъ мнѣ, что воздухъ расширяется отъ теплоты. Значитъ одно и то же количество воздуха можетъ при одинаковомъ давленіи занимать различные объемы—большій объемъ, когда воздухъ—теплый и меньшій объемъ, когда онъ—холодный.

Учитель. Это вѣрно. Законъ Бойля имѣетъ силу только при неизмѣняющейся температурѣ.

Ученикъ. При какой именно температурѣ?

Учитель. При какой угодно, лишь бы она во всѣхъ опытахъ оставалась неизмѣнной. Въ нашихъ опытахъ температура была комнатная, т. е. около 18°. Если бы она сильно измѣнилась, наши измѣренія еще менѣе согласовались бы другъ съ другомъ.

Ученикъ. Значитъ тогда и весь законъ Бойля не имѣетъ большой цѣны.

Учитель. Законъ ничуть не потерялъ своей цѣны; ты только узналъ, что для того, чтобы его можно было принять, должно быть выполнено одно условіе,

Ученикъ. А если температура не остается постоянной,—что мы должны тогда дѣлать?

Учитель. Тогда мы должны поискать закона, который далъ бы намъ возможность опредѣлить вліяніе температуры.

Ученикъ. Какъ же это сдѣлать?

Учитель. Если мы знаемъ, насколько измѣняется объемъ даннаго количества газа, когда температура измѣняется на нѣкоторую опредѣленную величину, то мы можемъ вычислить, что мы получили бы, если бы всѣ измѣренія были произведены при какой нибудь одной температурѣ.

Ученикъ. Я кое-какъ это понимаю, но несовсѣмъ ясно.

Учитель. Ты сейчасъ поймешь. Вотъ у меня узкая стеклянная трубка въ 2 миллиметра діаметромъ и въ $^1/_2$ метра длиной. На одномъ концѣ она запаяна; а внутри ея, по серединѣ находится капля ртути, которая запираетъ собою опредѣленное количество воздуха. Если я согрѣю руками этотъ воздухъ, то капля ртути подвинется впередъ, а когда воздухъ опять охладится, она подвинется назадъ. Ты можешь здѣсь видѣть, какъ расширяется воздухъ, и можешь измѣрить это расширеніе.

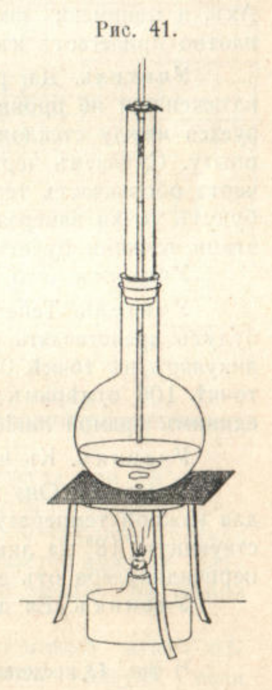
Ученикъ. Да это тоже самое что термометръ!

Учитель. Конечно; это и есть воздушный термометръ. Теперь я вставляю трубку въ толченый ледъ и при помощи маленькаго резиноваго кольца отмѣчаю то мѣсто, на которомъ остановилась капля.

Ученикъ. Откуда у тебя это кольцо?

Учитель. Я отрѣзалъ его ножницами отъ резиновой трубки. Теперь я измѣряю, какую длину имѣлъ столбъ воздуха, когда трубка была погружена въ ледъ, т. е. при 0°, и нахожу его равнымъ 273 миллиметрамъ. Теперь я нагрѣю этотъ воздухъ до 100°, до темперетуры кипѣнія воды. Для этого я вставляю въ горло колбы широкую трубку съ пробкой и нагрѣваю воду до кипѣнія (фиг. 41). Какъ только я опускаю трубку въ паръ, капля ртути быстро поднимается вверхъ.

Рис. 41.



Ученикъ. Какъ ты отмѣтишь то мѣсто, гдѣ остановилась ртуть? Вѣдь ты можешь обжечь себѣ пальцы!

Учитель. Я буду передвигать палочкой второе резиновое кольцо до тѣхъ поръ, пока оно не станетъ на надлежащее мѣсто. Теперь это сдѣлано. Я вынимаю трубку и опять измѣряю: второе кольцо приходится на 373 миллиметрахъ.

Ученикъ. Ровно на 100 миллим. дальше, чѣмъ прежде: значитъ на каждый градусъ приходится 1 миллим.! Какъ это такъ точно вышло?

Учитель. Я раньше зналъ, что 273 объемныхъ частей воздуха расширяются на 100 частей между температурой льда и температурой кипѣнія воды, поэтому я и взялъ какъ разъ столько воздуха.

Ученикъ. Ты это сдѣлалъ при 0° или 100°?

Учитель. Нѣтъ. Я наблюдалъ комнатный термометръ и нашелъ 18°. Такъ какъ 273 части, имѣющія 0°, расширяются на одну часть на каждый градусъ, то при 18° должно было получиться 273+18==291. Тогда я установилъ мою каплю на разстояніи 291 миллим. отъ конца.

Ученикъ. Какъ это сдѣлать? Капля не трогается съ мѣста даже тогда, когда я передвигаю трубку.

Учитель. Это очень просто; она не трогается съ мѣста, потому что воздухъ здѣсь не можетъ пройти. Стоитъ мнѣ вложить въ трубку, вдоль ея стѣнки, лошадиный волосъ, такъ чтобы онъ прошелъ черезъ каплю, и она, какъ ты видишь, сдѣлается очень подвижной.

Ученикъ. Это чудесно. А почему теперь проходитъ воздухъ? Ахъ, я понимаю; тамъ, гдѣ проходитъ волосъ, ртуть несовсѣмъ плотно прилегаетъ къ стеклу.

Учитель. Да, ртуть закругляется вслѣдствіе поверхностнаго натяженія и не проникаетъ въ тотъ острый уголъ, который образуется между стекломъ и волосомъ. Вернемся однако къ нашему опыту. Сдѣлаемъ чертежъ (фиг. 42). Пусть у насъ горизонтальная черта обозначаетъ термометръ. Точки, гдѣ стоятъ 0 и 100 пусть будутъ точки замерзанія и кипѣнія [1]); каждый миллиметръ между этими точками будетъ отвѣчать тогда одному градусу.

Ученикъ. Это я понимаю.

Учитель. Теперь проведемъ перпендикулярныя линіи, которыя будутъ представлять объемы воздуха въ нашемъ опытѣ. На перпендикулярѣ въ точкѣ 0 отмѣримъ 273 миллим., на перпендикулярѣ въ точкѣ 100 отмѣримъ 373 миллим. Обѣ точки перпендикуляровъ соединимъ прямой линіей.

Ученикъ. Къ чему эта фигура?

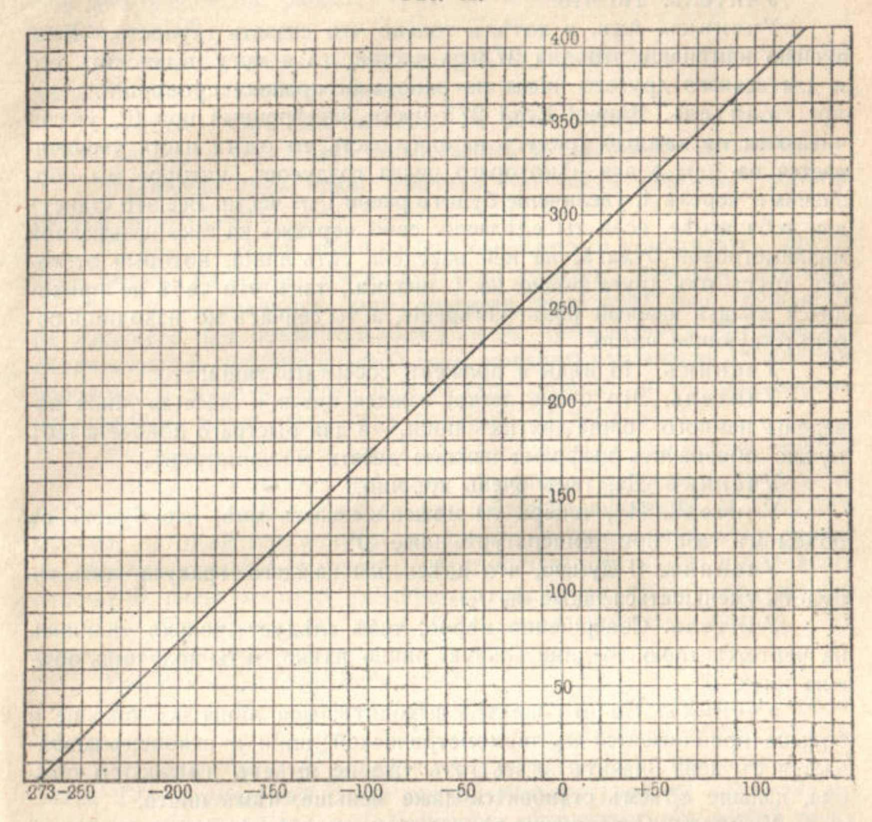
Учитель. Она позволяетъ намъ опредѣлить объемъ воздуха для каждой температуры отъ 0° до 100°. Найди-ка точку соотвѣтствующую 18° на линіи, обозначающей термометръ, и измѣрь длину перпендикуляра отъ этой точки до нашей соединительной прямой.

Ученикъ. Ея длина 290, нѣтъ—291 миллим.—Это число было

---

[1]) фиг. 42 представлена въ $^1/_4$ своей настоящей величины.

Рис. 42.



уже у насъ раньше! Да, это была точка, на которой ты установилъ каплю ртути.

Учитель. Конечно; это и есть объемъ воздуха при 18°.

Ученикъ. Какъ же это выходитъ, что получается вѣрное число?

Учитель. Это очень просто; при увеличеніи на одинъ градусъ линія, изображающая объемъ воздуха, увеличивается каждый разъ на 1 миллим., поэтому концы всѣхъ этихъ линій лежатъ на одной прямой.

Ученикъ. Да, это такъ. Я вижу еще, что можно такимъ образомъ вычислить, какъ будетъ измѣняться объемъ воздуха, если онъ при 0° занимаетъ не 273 части... но...

Учитель. Но что?

Ученикъ. Ахъ, я хотѣлъ только что сказать глупость. Если я знаю измѣненіе это для 273-хъ частей, то я могу вычислить его и для всякаго другого числа на основаніи правила пропорцій.

Учитель. Вѣрно! Если 273 части, измѣренныя при 0°, увеличиваются на каждый градусъ на одну часть, то одна часть увеличивается на $^1/_{273}$ а для нѣкотораго числа градусовъ, которое мы обозначимъ черезъ t, увеличеніе будетъ равно $t/_{273}$ части. Все это станетъ для тебя яснѣе, если ты сдѣлаешь свой чертежъ на такъ называемой миллиметровой бумагѣ; на ней наведена сѣть линій, которыя отстоятъ другъ отъ друга ровно на 1 миллим., такъ что тебѣ не приходится дѣлать каждый разъ измѣреніе, а ты сейчасъ же находишь соотвѣтствующее число.

Ученикъ. Но вѣдь я долженъ сосчитать линіи!

Учитель. Это очень легко; каждая пятая и десятая линія наведены немного толще другихъ линій,—и для быстраго подсчета тебѣ нужно обозначить цыфрами каждые десять миллиметровъ.

Ученикъ. Да, такъ очень хорошо.

Учитель. Ну, теперь ты можешь сказать мнѣ, что будетъ съ объемомъ газа при температурѣ ниже 0°.

Ученикъ. Я думаю, что здѣсь для каждаго градуса объемъ будетъ уменьшаться также на $^1/_{273}$.

Учитель. Совершенно вѣрно; тебѣ слѣдуетъ только удлинить на чертежѣ твою соединительную линію влѣво, и ты получишь объемы ниже 0°.

Ученикъ. Но что же это выходитъ: моя линія все больше и больше приближается къ термометрической линіи и наконецъ встрѣчается съ ней! Значитъ здѣсь газъ уже не имѣетъ никакого объема, дальше объемъ становится даже меньше, чѣмъ ничто!

Учитель. Совершенно вѣрно; въ какомъ мѣстѣ это происходитъ?

Ученикъ. Приблизительно при—273°.

Учитель. Конечно, если на каждый градусъ воздухъ уменьшается на $^1/_{273}$ часть своего объема, при 273° ниже нуля отъ него ничего не должно остаться.

Ученикъ. И это въ самомъ дѣлѣ такъ?

Учитель. Это я не знаю, потому что никто еще не получилъ температуры въ—273°

Ученикъ. Почему ея не получили?

Учитель. Никакъ не удавалось. При всѣхъ усиліяхъ едва достигли 255°; и это стоило такого труда, что, нужно думать, пройдетъ

еще много времени, раньше чѣмъ мы достигнемъ пониженія еще только на 10°—

Ученикъ. А при —255° воздухъ на самомъ дѣлѣ имѣетъ такой малый объемъ, какой показанъ на чертежѣ?

Учитель. Онъ еще меньше; но это потому, что уже при —190° воздухъ перестаетъ быть газомъ и становится жидкимъ.

Ученикъ. Такъ, такъ; значитъ эта часть чертежа вообще ничего не означаетъ.

Учитель. Нѣтъ, кое-что она означаетъ. Существуютъ другіе газы, напр. водородъ, которые и при самыхъ низкихъ температурахъ не уклоняются отъ чертежа, такъ какъ они сгущаются въ жидкость при болѣе сильномъ холодѣ, чѣмъ воздухъ. Мы можемъ, слѣдовательно, вообразить себѣ газъ, который совсѣмъ не становится жидкимъ, и объемъ такого газа будетъ измѣняться съ измѣненіемъ температуры точно такъ, какъ показано на чертежѣ.

Ученикъ. А развѣ этотъ чертежъ годится для всѣхъ газовъ?

Учитель. Конечно, всѣ газы въ этомъ отношеніи сходны съ воздухомъ; на каждый градусъ ихъ объемъ измѣняется на $^1/_{273}$ того объема, который они занимаютъ при 0°. Здѣсь мы опять встрѣчаемся съ общимъ закономъ природы, который позволяетъ намъ предсказать отношенія очень многихъ различныхъ веществъ. Если какое нибудь вещество газообразно, то ты не дѣлая опыта можешь сказать, что расширеніе его отъ теплоты составлетъ $^1/_{273}$.

Ученикъ. Да это очень удобно!

Учитель. На основаніи отношенія газовъ къ измѣненію температуры нужно думать, что—273° это—*предѣльная температура*. По всѣмъ вѣроятіямъ, не удастся получить температуры ниже—273°; тогда 273° будетъ той самой низкой температурой, о которой мы говорили раньше. Если мы обозначимъ на нашемъ термометрѣ точку замерзанія черезъ 273°, точку кипѣнія черезъ 373°, то намъ вѣроятно, никогда не придется имѣть дѣло съ отрицательными температурами. Поэтому—273° называютъ *абсолютнымъ нулемъ* температуры, а температуры, которыя отсчитываются отъ этого нуля, называютъ *абсолютными температурами*.

Ученикъ. Какая польза въ этомъ?

Учитель. Пользы много; но все это большей частью относится къ ученію о теплотѣ и здѣсь не мѣсто объ этомъ говоритъ. На одно только я хочу тебѣ указать. Если мы обозначимъ черезъ 273° температуру замерзанія, и черезъ 373° температуру кипѣнія, то ока-

жется, что эти числа относятся другъ къ другъ точно такъ же, какъ относятся другъ къ другу объемы воздуха или какого нибудь другого газа при этихъ температурахъ.

Ученикъ. Какъ такъ?

Учитель. Тебѣ стоить посмотрѣть на чертежъ.

Ученикъ. Да, я понимаю; чертежъ вѣдь составленъ на основаніи этихъ чиселъ.

Учитель. Значитъ, объемы газовъ относятся между собой, какъ ихъ абсолютныя температуры.

Ученикъ. Да, это чудесно. Я и не думалъ, что такой простой чертежъ можетъ такъ много сказать.

Учитель. Это оттого что все то, о чемъ мы только-что говорили, вмѣстѣ одновременно изображено на чертежѣ, говорить же мы можемъ лишь объ одной какой-либо сторонѣ явленія затѣмъ о другой, а не сразу обо всемъ. Поэтому тебѣ впослѣдствіи нужно будетъ стараться изображать, для наглядности, общія отношенія или законы природы при помощи чертежа.

Ученикъ. Я бы охотно дѣлалъ это, если бы я только всегда зналъ, какъ это дѣлать.

Учитель. Я покажу тебѣ это при случаѣ на другихъ примѣрахъ.

Ученикъ. Пожалуйста, раньше чѣмъ ты закончишь, объясни мнѣ еще одну вещь. Ты говорилъ все время такъ, какъ будто объемъ воздуха измѣняетсл только отъ температуры, тогда какъ онъ измѣняется также и отъ давленія. А что произойдетъ, если давленіе и температура будутъ вмѣстѣ измѣняться?

Учитель. Разумный вопросъ! Другими словами, ты хочешь знать, какъ вычислить объемъ, который займетъ газъ, если измѣнять его температуру и давленіе.

Ученикъ. Да, это именно я хочу знать.

Учитель. Тогда ты вычисляешь сначала измѣненіе объема, которое вызывается только однимъ давленіемъ, при постоянной температурѣ, а затѣмъ вычисляешь измѣненіе, которое происходитъ съ новымъ объемомъ отъ измѣненія температуры, при постоянномъ давленіи.

Ученикъ. Почему нужно вычислить сначала измѣненіе давленія?

Учитель. Можно вычислить сначала измѣненіе температуры.

Ученикъ. Развѣ получиться одно и то же?

Учитель. Конечно! Объемъ газа зависитъ только отъ его температуры и давленія, и совершенно безразлично, въ какомъ порядкѣ происходитъ измѣненіе объема.

Ученикъ. Мнѣ кажется, что это правильно, но все же я несовсѣмъ увѣренъ въ этомъ.

Учитель. Возьмемъ примѣръ. Предположимъ, что мы имѣемъ 350 куб. сантм, воздуха при 18° и 74,8 сантм. барометрическаго давленія, и хотимъ узнать, каковъ будетъ объемъ при 0° и 76,0 сантм. давленія. Обыкновенно всѣ измѣренія, производимыя надъ газами, приводятъ къ 0° и 76 сантм. давленія, т. е. измѣривши объемъ даннаго количества газа при какихъ нибудь давленіяхъ и температурѣ, вычисляютъ затѣмъ, какой объемъ будетъ занимать это количество газа при 0° и 76 сантм. давленія. Мы знаемъ, что по закону Бойля объемы относятся обратно пропорціонально давленіямъ. Обозначивъ черезъ у неизвѣстный объемъ при 76 сантм., получимъ, что $y : 350 = 74,8 : 76,0$.

Ученикъ. Значитъ $y = 344$.

Учитель. Затѣмъ, объемъ при 18° относится къ объему при 0°, какъ $273 + 18 = 291$ относится къ 273. Обозначивъ черезъ х искомый объемъ при 0°, получаемъ пропорцію.

Ученикъ. $x : 344 = 273 : 291$, откуда $x = 323$.

Учитель. Вѣрно: Теперь ты можешь свести объемъ 350 куб. сантм. сначала къ 0°, а потомъ къ 76 сантм. давленія, и ты убѣдишься, что получится то же самое число.

Ученикъ. Однако мы такъ долго занимались измѣреніями воздуха, что я почти забылъ, что у меня урокъ химіи.

Учитель. То, что ты узналъ, относится ко всѣмъ газамъ. Если ты возмешь равные объемы двухъ какихъ нибудь газовъ при одинаковомъ давленіи и одинаковой температурѣ, то эти объемы всегда останутся другъ другу равны, если газы будутъ одновременно подвергаться любымъ измѣненіямъ температуры и давленія.

Ученикъ. Значитъ здѣсь съ газами бываетъ не то, что съ жидкостями, которые расширяются неодинаково? Напримѣръ, вода расширяется иначе, чѣмъ ртуть.

Учитель. Да, газы въ этомъ отношеніи ничѣмъ другъ отъ друга не отличаются; съ каждымъ газомъ происходитъ то же самое, что съ другимъ. Ты узнаешь позже, что газы вообще имѣютъ много сходства между собой, независимо отъ ихъ химическихъ различій. Да они вѣдь и по внѣшнему виду такъ похожи другъ на друга.

Ученикъ. Всѣ газы безцвѣтны?

Учитель. Нѣтъ, я тебѣ уже говорилъ, что хлоръ зеленаго, а іодъ въ состояніи газа фіолетоваго цвѣта. Нужно прибавить, что сходство газовъ продолжается только до тѣхъ поръ, пока они остаются газами. При переходѣ же въ жидкое состояніе опять появляются различія—одинъ газъ сгущается въ жидкость легче, другой—труднѣе. То же самое происходитъ при раствореніи газовъ въ водѣ и въ другихъ жидкостяхъ. Значитъ, пока вещества находятся въ газообразномъ состояніи, до тѣхъ поръ сохраняется однообразіе ихъ внѣшнихъ свойствъ.

Ученикъ. Такъ, теперь я доволенъ. То, что я училъ о воздухѣ, относится, какъ оказывается, и ко всѣмъ другимъ газамъ. Относится ли оно также и къ парамъ, напр., водянымъ парамъ?

Учитель. Разумѣется, здѣсь нѣтъ никакой разницы.

26. Вода въ воздухѣ.

Учитель. До сихъ поръ ты познакомился съ двумя составными частями воздуха—кислородомъ и азотомъ; но это еще не всѣ составныя части,—въ воздухѣ находится также вода въ видѣ водяного пара.

Ученикъ. Да, все собирался спросить тебя объ этомъ. Вѣдь давленіе воздуха равно одной асмосферѣ, а при такомъ давленіи вода закипаетъ только при 100°. Какъ же водяной паръ можетъ содержаться въ воздухѣ, температура котораго гораздо ниже 100°. Водяной паръ долженъ тогда перейти въ жидкую воду.

Учитель. Я очень радъ, что ты такъ внимателенъ; вѣдь я и въ самомъ дѣлѣ не сказалъ тебѣ еще ничего, что могло бы послужить отвѣтомъ на этотъ вопросъ. Дѣло въ томъ, что испареніе воды зависитъ только отъ давленія ея собственнаго пара, а не отъ давленія другихъ присутствующихъ газовъ или паровъ.

Ученикъ. Растолкуй мнѣ это яснѣе, прошу тебя!

Учитель. Вспомни, что я говорилъ тебѣ раньше о томъ, что произойдетъ съ водой въ пустомъ пространствѣ? Она будетъ испаряться до тѣхъ поръ, пока паръ ея не пріобрѣтетъ опредѣленной плотности. И если въ этомъ пространствѣ будетъ находиться еще какой нибудь другой газъ, напримѣръ воздухъ или водородъ, то на водяной паръ это нисколько не повліяетъ; онъ будетъ образовываться до тѣхъ поръ, пока не достигнетъ опредѣленной плотности, той же самой, что и въ отсутствіи посторонняго газа. Его

давленіе прибавляется тогда къ давленію, которое производитъ посторонній газъ, и окончательное давленіе равно суммѣ обоихъ давленій. Только испареніе воды при этомъ идетъ немного медленнѣе такъ какъ для распространенія пара въ постороннемъ газѣ требуется нѣкоторое время.

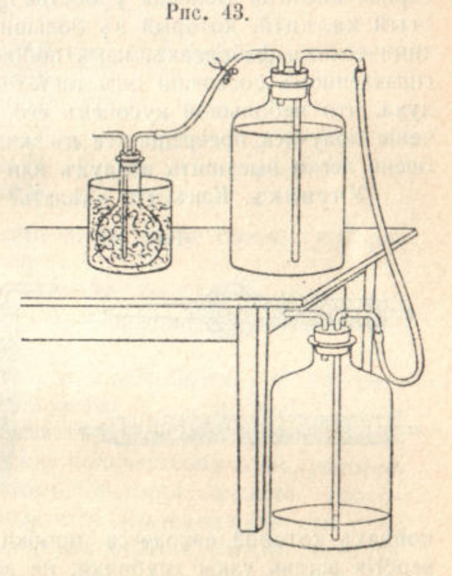
Ученикъ. Мнѣ кажется, что я понялъ, но мнѣ очень хотѣлось бы видѣть это.

Учитель. Прежде всего ты можешь легко убѣдиться въ томъ, что обыкновенный воздухъ содержитъ воду въ видѣ пара. Ты знаешь, что этотъ паръ садится на холодные предметы въ видѣ росы и что дождь происходитъ оттого, что водяной паръ воздуха охлаждаясь превращается въ жидкую воду, которая падаетъ на землю.

Ученикъ. Значитъ, охлажденіемъ можно удалить эту воду изъ воздуха?

Учитель. Конечно, это дѣлается легко. Я вставляю въ колбу небольшую пробку съ двумя трубками, приводящей и отводящей (фиг. 43), и приготовляю охладительную смѣсь изъ толченнаго льда и поваренной соли, взятыхъ въ отношеніи 3 : 1; этой смѣсью я окружаю колбу. Теперь, если я буду въ теченіе нѣкотораго времени всасывать черезъ колбу комнатный воздухъ, я получу въ колбѣ довольно большое количество льда. Если я нагрѣю этотъ ледъ, то получу конечно воду.

Рис. 43.



Ученикъ. Но какъ мнѣ получить токъ воздуха? Вѣдь это утомительно всасывать все время ртомъ.

Учитель. Для этого мы возьмемъ нашъ газометръ (фиг. 28). Если мы пустую бутылку поставимъ ниже, а другую бутылку при помощи каучуковой трубки соединимъ съ нашей колбой, то мы сможемъ прососать черезъ нее объемъ воздуха, равный объему бутылки. Скорость мы можемъ регулировать при помощи зажимнаго кра-

на. А если мы захотимъ прососать больше воздуха, то намъ стоитъ для этого только перемѣстить бутылки и надѣть резиновую трубку на верхнюю бутылку.

Ученикъ. Вѣрно! я совсѣмъ не думалъ, что нашъ газометръ можетъ не только дуть, но и всасывать.

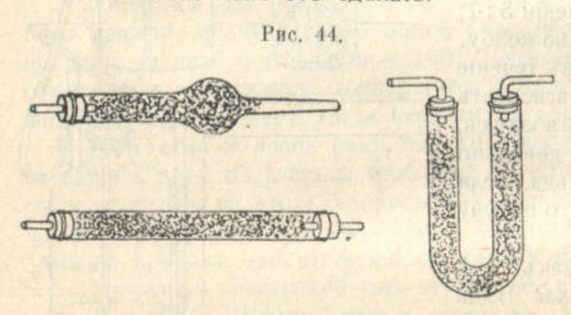
Учитель. Опытъ продолжался уже довольно долго; ты видишь, въ колбѣ осѣлъ иней.

Ученикъ. А всегда нужно охлаждать, если хотятъ удалить воду изъ воздуха?

Учитель Нѣтъ, есть и другіе способы. Существуетъ очень много веществъ, которыя такъ жадно и быстро соединяются съ водой, что стоитъ только пропустить надъ ними токъ влажнаго воздуха, чтобы они отняли воду. Къ такимъ веществамъ принадлежитъ ѣдкій натръ, который ты уже видѣлъ, затѣмъ концентрированная сѣрная кислота. Большія удобства представляетъ одна соль — хлористый кальцій, который въ большихъ количествахъ получается на химическихъ фабрикахъ, какъ побочный продуктъ. Въ сухомъ или сплавленномъ состояніи онъ такъ быстро поглощаетъ воду изъ воздуха, что небольшой кусочекъ его, оставленный на воздухѣ, въ теченіе получаса превращается въ жидкую каплю. Этимъ веществомъ очень легко высушить воздухъ или другіе газы.

Ученикъ. Какъ это сдѣлать?

Рис. 44.



Учитель. Соль помѣщаютъ въ особыя трубки (фиг. 44), и черезъ нихъ пропускаютъ газъ, который нужно высушить. Если ты не умѣешь самъ выдувать такія трубки, то возьми широкую трубку, на обоихъ концахъ которой находятся пробки съ отверстіями; въ эти отверстія вставь узкія трубочки; не забудь только положить на обоихъ концахъ немного ваты, чтобы газъ не могъ увлечь съ собою пылинки соли. Если ты точно взвѣсишь такую трубку, затѣмъ пропустишь опредѣленное количество воздуха и опять взвѣсишь, ты узнаешь, сколько воды содержалось въ воздухѣ.

Ученикъ. Я попробую это сдѣлать.

Учитель. Ты получишь очень небольшую разницу въ вѣсѣ, если не пропустишь дюжнну—другую литровъ.

Ученикъ. Сколько воды въ воздухѣ?

Учитель. Это зависитъ отъ температуры и кромѣ того отъ состоянiя воздуха. Ты помнишь, что говорилъ объ испаренiи воды въ воздухѣ?

Ученикъ. Да, она испаряется такъ, какъ если бы въ пространствѣ совсѣмъ не было воздуха.

Учитель. Вѣрно! Ты знаешь еще, что давленiе пара, а также количество его въ данномъ пространствѣ тѣмъ больше, чѣмъ температура выше. Вотъ тебѣ таблица, которая показываетъ, сколько можетъ быть граммовъ водяного пара въ литрѣ воздуха, когда этотъ воздухъ находится надъ жидкой водой или, какъ говорятъ, когла онъ насыщенъ водянымъ паромъ. Литръ воздуха, насыщеннаго водянымъ паромъ, содержитъ:

при	0°	. . . 0,0049	грм. водяного пара
„	5°	. . . 0,0068	„ „ „
„	10°	. . . 0,0094	„ „ „
„	15°	. . . 0,0127	„ „ „
„	20°	. . . 0,0171	„ „ „
„	25°	. . . 0,0228	„ „ „

Ученикъ. „Насыщенный“! Это то же самое слово, которое мы употребляли говоря о растворахъ.

Учитель. Да оно и имѣетъ тотъ же смыслъ, потому что оно выражаетъ, что воздухъ не можетъ больше принять водяного пара.

Ученикъ. А меньше можетъ?

Учитель. Конечно; да вѣдь то же самое бываетъ и съ растворами. Обыкновенный воздухъ, наружный и комнатный, почти всегда не насыщенъ; только когда бываетъ дождь или туманъ въ воздухѣ, онъ насыщенъ. Отношенiе между количествомъ воды, которое содержится въ воздухѣ, и количествомъ, которое можетъ содержаться въ немъ при насыщенiи, называется влажностью или степенью влажности воздуха. Если напр. въ одномъ литрѣ воздуха при 20° содержится 0,0140 гр. воды, то влажность его равна $\frac{0,0140}{0,0172}$ $=0,82$ или 82 процентамъ, такъ какъ, по таблицѣ, онъ могъ бы содержать 0,0172 гр. Обыкновенно влажность воздуха равна 70 проц.; если она равна 50 проц, то воздухъ кажется намъ сухимъ; при 90 проц. мы чувствуемъ, что онъ влажный.

Ученикъ. Понимаю.

Учитель. Разсмотри-ка еще разъ таблицу; если температура поднимается на 10°, количество воды каждый разъ почти удваивается. Воздухъ, который при 20° насыщенъ только наполовину, при 10° вполнѣ насыщенъ, а обыкновенный воздухъ съ влажностью равною 70% долженъ, если онъ охладится на 10°, выдѣлить добрую часть своей воды въ жидкомъ видѣ. Вотъ тебѣ причина дождя.

Ученикъ. Благодаря цыфрамъ, всѣ эти вещи становятся мнѣ гораздо понятнѣе, чѣмъ когда о нихъ только думаешь. А отчего же бываетъ то дождь, то туманъ?

Учитель. Это зависитъ отъ того, сколько выдѣляется воды. Если ея мало, то образовавшіяся очень маленькія капельки не собираются въ большія капли, и бываетъ только туманъ; въ противномъ случаѣ бываетъ дождь. Поэтому туманъ всегда предшествуетъ дождю; туманъ, который образуется въ верхнихъ слояхъ воздуха, мы называемъ облаками.

Ученикъ. Откуда извѣстно, что облака—это туманъ?

Учитель. Мы часто видимъ, какъ облака висятъ на горахъ, если мы взберемся на горы, то увидимъ, что это—туманъ.

Ученикъ. Скажи мнѣ еще, пожалуйста, отчего это происходитъ, что воздухъ невполнѣ насыщенъ парами? Вѣдь онъ повсюду находится въ соприкосновеніи съ водой, не только на морѣ, но и во многихъ мѣстахъ на сушѣ.

Учитель. Это происходитъ отъ движенія воздуха, который такимъ образомъ постоянно попадаетъ въ новыя условія. Представь себѣ, что въ одномъ мѣстѣ воздухъ насытился. Если онъ затѣмъ передвинется въ другое мѣсто, гдѣ онъ станетъ теплѣе, то онъ уже будетъ ненасыщенъ, какъ ты видишь изъ таблицы. Если онъ попадетъ въ болѣе холодное мѣсто, то часть своей воды онъ потеряетъ въ видѣ дождя, а когда онъ затѣмъ опять достигнетъ прежней температуры, онъ будетъ ненасыщенъ. Итакъ, какія бы измѣненія ни происходили съ воздухомъ, онъ можетъ измѣняться только въ такомъ смыслѣ, что становится ненасыщеннымъ.

Ученикъ. Дѣло проще, чѣмъ я думалъ.

27. Углеродъ.

Учитель. На ряду съ такими элементами, какъ кислородъ, водородъ и азотъ, по своей распространенности и важности стоитъ

углеродъ. Ты уже знаешь, что обыкновенный деревянный уголь есть одинъ изъ видовъ углерода.

Ученикъ. Я сегодня разсматривалъ кусокъ древеснаго угля, потому что я зналъ, что у насъ будетъ рѣчь объ углѣ. При этомъ мнѣ бросилось въ глаза, что на немъ ясно видны всѣ древесныя кольца или слои.

Учитель. На древесномъ углѣ можно увидѣть не только эти кольца; на немъ видны въ микроскопъ и отдѣльныя клѣтки, изъ которыхъ состояло дерево.

Ученикъ. Но дерево не состоитъ только изъ углерода?

Учитель. Нѣтъ, оно состоитъ изъ соединенія углерода, водорода и кислорода. Чтобы получить древесный уголь, нужно дерево медленно нагрѣвать; при этомъ два элемента—водородъ и кислородъ —улетучиваются, и углеродъ остается. Такъ какъ углеродъ плавится только при очень высокой температурѣ, которая не достигается при обжиганіи угля, то остающійся углеродъ сохраняетъ форму тѣхъ клѣтокъ, изъ которыхъ состояло дерево. Однако древесный уголь —не чистый углеродъ. Это можно видѣть при горѣніи его; отъ угля остается зола, тогда какъ чистый углеродъ сгораетъ безъ остатка.

Ученикъ. А развѣ есть чистый углеродъ?

Учитель. Конечно; прокаленная сажа есть почти чистый углеродъ. Ты знаешь, что сажа—это очень мелкій, черный порошокъ.

Ученикъ. Ты вѣдь раньше сказалъ, что почти всѣ чистыя вещества состоятъ изъ кристалловъ; а сажа что-то не похожа на кристаллъ.

Учитель. Да она и не кристаллизуется. Такія вещества называются аморфными, т. е. безформенными. Сажа это—аморфный углеродъ. И древесный уголь тоже аморфный углеродъ, только въ нечистомъ видѣ.

Ученикъ. А каменный уголь тоже?

Учитель. Нѣтъ; встрѣчающіеся въ землѣ угли—антрацитъ, каменный уголь, бурый уголь и торфъ—всѣ они химическія соединенія, которыя конечно содержатъ очень много углерода; антрацитъ содержитъ его болѣе всѣхъ другихъ, а торфъ – менѣе всѣхъ другихъ. Всѣ они происходятъ изъ растеній; въ каменныхъ угляхъ можно иногда еще встрѣтить остатки растеній, въ бурыхъ угляхъ эти остатки выступаютъ еще яснѣе, а торфъ часто цѣликомъ состоитъ изъ нихъ. Эти растительныя вещества, при долгомъ лежаніи въ землѣ, подверглись такимъ же самымъ измѣненіямъ, какимъ подвергается

дерево при обугливаніи подъ дѣйствіемъ жара—разница только та, что измѣненія происходили гораздо медленнѣе.

Ученикъ. Теперь я начинаю понимать, почему ты назвалъ углеродъ такимъ важнымъ элементомъ; вѣдь всѣ горючіе матеріалы состоятъ изъ углерода.

Учитель. Совершенно вѣрно. Но эти матеріалы употребляются не только для отопленія. Всѣ машины, за исключеніемъ тѣхъ, для которыхъ, какъ напр. для водяныхъ мельницъ, движущей силой является падающая вода, приводятся въ дѣйствіе углемъ; точно также, въ химическихъ фабрикахъ, въ печахъ, плавящихъ желѣзо и другіе металлы, всѣ работы производятся при помощи угля, такъ что безъ него вся наша культура была бы невозможна.

Ученикъ. Почему же это такъ? почему для всѣхъ работъ употребляется уголь?

Учитель. Это потому, что при сжиганіи угля выдѣляется большое количество работы, которая обыкновенно появляется въ видѣ теплоты. Этой теплотой мы отопляемъ печи, приводимъ въ дѣйствіе машины, вызываемъ химическіе процессы, которые сами собой не могутъ протекать, —короче, уголь доставляетъ намъ повсюду необходимую для нашихъ работъ энергію въ такомъ количествѣ въ какомъ она намъ нужна.

Ученикъ. Какъ же такъ? вѣдь то же самое ты сказалъ мнѣ о кислородѣ!

Учитель. Энергія выдѣляется только тогда, когда уголь и кислородъ соединяются химически, т. е. когда уголь сгараетъ. Но для того, чтобы произошло такое химическое соединеніе, углеродъ и кислородъ одинаково необходимы.

Ученикъ. А такъ какъ кислородъ газъ, то его вездѣ можно имѣть даромъ, уголь же приходится покупать, потому что онъ— твердое тѣло.

Учитель. Браво, ты это хорошо запомнилъ. То, что ты сказалъ, совершенно вѣрно. Но ты видишь также, что по той же причинѣ, мы можемъ получить теплоту именно тамъ, гдѣ намъ нужно. Если бы углеродъ былъ распространенъ въ газообразномъ видѣ, то можно было бы вѣроятно зажечь весь воздухъ, но нельзя было бы развести огня въ печи.

Ученикъ. Образовался бы гремучій газъ!

Учитель. Вѣрно, займемся однако тѣмъ, что есть въ дѣйствительности Итакъ, уголь это—важнѣйшій источникъ энергіи, какимъ только располагаетъ техника. Обрати вниманіе на слѣдующее:

когда мы сжигаемъ уголь, то тѣ вещества, которыя образуются при горѣніи, мы стараемся какъ можно скорѣе удалить, выпуская ихъ въ трубу; а образующуюся при этомъ теплоту мы стараемся по возможности всю цѣликомъ удержать. Значитъ мы покупаемъ и употребляемъ уголь не ради углерода, а ради энергіи, которая содержится въ немъ.

Ученикъ. Я объ этомъ до сихъ поръ не думалъ. Но теперь я понимаю, что это вѣрно.

Учитель. Ты ясно это можешь видѣть изъ того, что пароходъ и локомотивъ должны брать съ собой уголь въ поѣздку. Они двигаются толко до тѣхъ поръ, пока у нихъ есть уголь; а когда уголь израсходованъ, машина останавливается. Вотъ почему въ океанѣ, на островахъ и по берегамъ находятся станціи, гдѣ пароходы могутъ купить работу въ формѣ угля.

Ученикъ. А когда мы ѣдемъ въ лодкѣ на веслахъ, намъ для передвиженія не нужно никакого угля.

Учитель. Ты самъ знаешь, почему это такъ. Вспомни только о томъ, что я говорилъ тебѣ о значеніи кислорода для жизни.

Ученикъ. Ахъ, да, съ питательными веществами. происходетъ то же самое, что съ углемъ. Но вѣдь эти вещества не состоятъ изъ углерода.

Учитель. Они всѣ содержатъ углеродъ, и очень значительная часть той энергіи, которую тѣло получаетъ изъ этихъ веществъ, происходитъ именно отъ сгаранія углерода. Питательныя вещества состоятъ изъ соединеній углерода съ кислородомъ и водородомъ; нѣкоторыя содержатъ также азотъ.

Ученикъ. Да, я знаю; это тѣ, которыя при горѣніи воняютъ.

Учитель. Да. И такъ какъ питательныя вещества служатъ также для построенія нашего тѣла, то всѣ вещества, изъ которыхъ состоитъ тѣло животныхъ и растеній, содержатъ углеродъ. Такія вещества и другія, сходныя съ ними, называются органическими соединеніями, потому что живыя существа называются организмами (органъ=орудіе), и отсюда взялось обыкновеніе всѣ углеродистыя соединенія называть органическими соединеніями.

Ученикъ. А развѣ ихъ много?

Учитель. Теперь уже ихъ извѣстно болѣе ста тысячъ, и каждый день открываются новыя.

Ученикъ. Но вѣдь никто не въ состояніи ихъ выучить!

Учитель. Конечно, никто. Но этого и не нужно; существуютъ тщательно составленные списки всѣхъ этихъ веществъ съ описанiемъ всего того, что о нихъ извѣстно.

Ученикъ. Другiе элементы тоже имѣютъ такъ много соединенiй?

Учитель. Нѣтъ, далеко не такъ много. Поэтому углеродистыя соединенiя выдѣляютъ изъ соединенiй другихъ элементовъ и изучаютъ особо въ органической химiи; а всѣ другiя вещества относятся къ неорганической химiи.

Ученикъ. Но это кажется мнѣ довольно произвольнымъ.

Учитель. Положимъ это не такъ произвольно, какъ кажется. Углеродистыя соединенiя во многихъ отношенiяхъ сходны между собой. Впрочемъ, нѣкоторыя простыя углеродистыя соединенiя изучаются и въ неограническої химiи, потому что углеродъ встрѣчается также во многихъ минералахъ и горныхъ породахъ.

Ученикъ. Да, напр., въ видѣ каменнаго угля.

Учитель. Также и въ другихъ химическихъ соединенiяхъ. Такъ, мраморъ и мѣлъ содержатъ углеродъ. Но объ этомъ мы подробно потолкуемъ позже; сейчасъ же мы займемся несвязаннымъ углеродомъ.—При углеродѣ ты встрѣчаешься съ новымъ явленiемъ, которое необходимо тебѣ знать. Слыхалъ-ли ты о томъ, что алмазъ есть ничто иное, какъ углеродъ?

Ученикъ. Да, такъ какъ онъ въ очень большомъ жару можетъ сгорѣть.

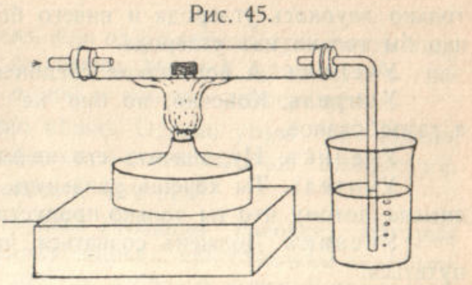
Учитель. Это еще недостаточная причина, потому что въ большомъ жару можно сжечь не только углеродъ, но и другiя вещества. Вѣдь кислородъ можетъ соединяться съ очень многими элементами.

Ученикъ. Да, но я думаю, что алмазъ сгараетъ такъ, что отъ него ничего не остается.

Учитель. Это, пожалуй, уже болѣе точный признакъ; онъ показываетъ, что кислородное соединенiе или окись того элемента или тѣхъ элементовъ, изъ которыхъ состоитъ алмазъ, летуча. Но углеродъ—не единственный подобный элементъ. Сѣра и водородъ также сгораютъ безъ остатка.

Ученикъ. Значитъ, все дѣло въ томъ, что образуется при горѣнiи.

Учитель. Очень хорошо; тутъ мы уже гораздо ближе къ сути дѣла. Когда уголь сгораетъ, то получается газъ, называемый двуокисью углерода; ты уже познакомился съ нимъ. Его легко уз-


Рис. 45.

нать, потому что онъ образуетъ съ известковой водой бѣлый осадокъ, отъ котораго прозрачная известковая вода, становится похожей на молоко. Чтобы напомнить тебѣ объ этомъ, повторяю опытъ въ нѣсколько иномъ видѣ (фиг. 45). Я вкладываю въ трубку кусочекъ угля, нагрѣваю его снаружи и пропускаю черезъ трубку воздухъ изъ нашего газометра. Трубка согнута такимъ образомъ, что конецъ ея погруженъ въ стаканъ съ известковой водой. Вотъ уголь раскалился, и одновременно съ этимъ известковая вода стала мутной.

Ученикъ. Значитъ, если бы я взялъ вмѣсто угля алмазъ, онъ тоже согрѣлъ бы и известковая вода помутилась бы?

Учитель. Конечно, но ты не могъ бы сдѣлать этого въ обыкновенвой стеклянной трубкѣ, потому что алмазъ загорается при температурѣ, превышающей температуру плавленія стекла. Кромѣ того, нужно взять чистый кислородъ, тогда горѣніе происходитъ легче.

Ученикъ. Да, значитъ такимъ образомъ, дѣйствительно, можно доказать, что алмазъ это—углеродъ.

Учитель. Погоди, не спѣши. Такимъ образомъ ты докажешь только, что въ алмазѣ содержится элементъ—углеродъ, но не докажешь еще, что алмазъ цѣликомъ состоитъ изъ него. А какъ же ты узнаешь: содержитъ ли алмазъ еще и другіе элементы?

Ученикъ. Я не совсѣмъ понимаю тебя.

Учитель. Ну, смотри; я повторяю прежній опытъ съ кускомъ дерево. Она также воспламеняется, и известковая вода становится также мутной. Но я не могу сказать, что дерево это—углеродъ; я могу лишь сказать, что оно содержитъ его, такъ какъ оно кромѣ того содержитъ еще водородъ и кислородъ.

Ученикъ. Дай мнѣ подумать. А, вотъ что: изъ водорода при горѣніи должна получиться вода. Значитъ, если кромѣ двуокиси углерода ничего не образуется, мы можемъ сказать, что вещество содержитъ только углеродъ.

Учитель. Ты, хотя и не совсѣмъ еще, но уже ближе подошелъ къ сути дѣла. Но можетъ быть алмазъ есть соединеніе углерода съ нѣкоторымъ количествомъ кислорода, меньшимъ, чѣмъ въ двуокиси углерода. Такое соединеніе тоже дало бы при сгораніи

только двуокись углерода и ничего больше, однако оно не состояло бы только изъ углерода.

Ученикъ. А есть такое соединенiе?

Учитель. Конечно; но оно не твердое тѣло, какъ алмазъ, а газообразное.

Ученикъ. Ну, значитъ его нельзя смѣшать съ алмазомъ.

Учитель. Ты хочешь увильнуть отъ вопроса. Это не имѣетъ смысла, потому что ты только пропустишь случай научиться кое-чему.

Ученикъ. Долженъ сознаться, что я никакъ не могу тутъ выпутаться.

Учитель. Когда углеродъ сгораетъ, то 3 вѣсовыя части его, соединяясь съ 8-ю частями кислорода, даютъ всегда 11 частей двуокиси углерода. Такое же точно отношенiе найдено и для алмаза. Если бы алмазъ содержалъ еще что нибудь, кромѣ углерода, онъ долженъ былъ бы дать меньше двуокиси углерода, а именно столько, сколько можетъ образоваться изъ содержащагося въ немъ углерода.

Ученикъ. Значитъ, дерево должно дать гораздо меньше двуокиси, чѣмъ уголь.

Учитель. Такъ оно и есть: 3 части дерева даютъ не болѣе $4^1/_2$ частей двуокиси углерода.

Ученикъ. И никакое вещество не даетъ больше?

Учитель. Никакое. Но есть еще одно вещество, которое даетъ столько-же. Это—графитъ, вещество, изъ котораго выдѣлываются обыкновенные карандаши.

Ученикъ. Значитъ графитъ тоже—углеродъ?

Учитель. Да. Мы можемъ, слѣдовательно, сказать: элементъ углеродъ встрѣчается въ трехъ различныхъ формахъ: въ формѣ угля, алмаза и графита.

Ученикъ. Однако я этого не понимаю. Какъ это одно и то же вещество можетъ быть въ трехъ различныхъ формахъ? И почему не дѣлаютъ алмазовъ изъ угля, если они только изъ углерода и состоятъ?

Учитель. Это разумный вопросъ, и я постараюсь дать тебѣ на него отвѣтъ, какой могу. Прежде всего тебѣ вѣдь извѣстно, что одно и тоже вещество можетъ являться въ различныхъ формахъ. Напр., вода бываетъ въ трехъ формахъ, именно въ видѣ снѣга, воды и пары.

Ученикъ. Да, это три состоянiя веществъ. Но вѣдь уголь, алмазъ и графитъ—это все твердыя тѣла. Вотъ если бы эти три

формы можно было нагрѣваніемъ или охлажденіемъ превратить одну въ другую, тогда я повѣрилъ бы этому. Но онѣ существуютъ рядомъ, другъ возлѣ друга при одной и той же температурѣ.

Учитель. Это совершенно вѣрно. Однако уголь на самомъ дѣлѣ можно превратить въ графитъ при очень высокой температурѣ.

Ученикъ. Ты можешь показать мнѣ это?

Учитель. Это не такъ трудно. Угольныя палочки, которыя горятъ въ дуговыхъ электрическихъ лампахъ, приготовлены изъ обыкновеннаго угля. Попроси какъ нибудь рабочаго, который вставляетъ новыя палочки, чтобы онъ тебѣ далъ концы старыхъ. Ты увидишь тогда, что эти концы стали сѣрыми, гладкими и пріобрѣли металлическій блескъ, совсѣмъ какъ у графита. Точно такъ же и угольная нить калильной электрической лампы, благодаря высокой температурѣ испытываетъ такое же превращеніе. Сначала она представляетъ собой обугленную хлопчатобумажную нить, а послѣ того какъ она была въ употребленіи, она становится сѣрой и блестящей какъ графитъ.

Ученикъ. При первомъ удобномъ случаѣ я постараюсь получить въ подарокъ перегорѣвшую калильную лампочку и сломаю ее.

Учитель. Будь только остороженъ и постарайся не испортить тонкой нити.

Ученикъ. Ты говорилъ о превращеніи угля; а можно ли также алмазъ превратить въ графитъ?

Учитель. Конечно, и такимъ же путемъ, т. е. очень сильнымъ нагрѣваніемъ.

Ученикъ. А можно-ли сдѣлать обратное превращеніе?

Учитель. Графитъ можно превратить въ обыкновенный уголь только окольнымъ путемъ: для этого графитъ переводятъ въ какое-либо соединеніе, а изъ послѣдняго выдѣляютъ углеродъ.

Ученикъ. Я не могу ясно представить себѣ это.

Учитель. Я не буду пускаться здѣсь въ подробности, такъ какъ при этомъ приходится имѣть дѣло съ такими веществами, которыхъ ты еще не знаешь. Пока достаточно будетъ для тебя знать, что такое превращеніе возможно.

Ученикъ. Но какъ обстоитъ дѣло съ алмазами? Можно ихъ также приготовить изъ угля или графита?

Учитель. И это возможно.

Ученикъ. Тогда алмазы должны сдѣлаться дешевыми!

Учитель. Ну, до этого еще далеко, потому что до сихъ поръ удалось получить алмазы очень маленькихъ размѣровъ и въ очень незначительномъ количествѣ.

Ученикъ. Почему же? Вѣдь угля много.

Учитель. Да, мы здѣсь опять возвращаемся къ нашему общему вопросу. Я сравнилъ три видоизмѣненія углерода съ состояніями веществъ. Но углеродъ способенъ также превращаться въ жидкое и газообразное состояніе...

Ученикъ. Жидкій и газообразный углеродъ?

Учитель. Да, для этого нужна очень высокая температура, выше 3000°, но при помощи электрическаго тока ее можно получить. Итакъ углеродъ можетъ переходить въ газообразное и жидкое состояніе и существуетъ въ трехъ различныхъ твердыхъ состояніяхъ. Слѣдовательно углеродъ извѣстенъ не въ трехъ только, а въ пяти различныхъ состояніяхъ.

Ученикъ. Такъ вотъ въ чемъ дѣло. Да, это вѣрно: какъ нагрѣваніемъ возможно воду превратить въ паръ, такъ можно уголь превратить нагрѣваніемъ въ графитъ. Но здѣсь опять что-то неладно: при охлажденіи графитъ не даетъ опять угля, а остается графитомъ же.

Учитель. Да, эта самая трудная сторона вопроса, но я думаю, что ты поймешь ее. Ты вѣдь знаешь, что вода при 0° превращается въ ледъ. Помнишь ли ты, что я сказалъ тебѣ о переохлажденіи!

Ученикъ. Да, ты сказалъ, что можно охладить воду ниже 0° и она останется жидкой, если только не приводить ее въ соприкосновеніе со льдомъ.

Учитель. Вѣрно. Въ этой стекляной трубкѣ находится вода; такъ какъ трубка запаяна, то въ нее не можетъ попасть извнѣ ледъ. Я вставляю трубку въ смѣсь льда и воды, которая имѣетъ конечно температуру 0°, и сколько бы я ни держалъ тамъ трубку, ледъ все же не образуется.

Ученикъ. Такъ не идетъ, ты долженъ охладить ниже 0°.

Учитель. Совершенно вѣрно. Если я прибавлю немного поваренной соли, температура опустится ниже 0°. Достаточно половины чайной ложки; термометръ показываетъ —4°, а вода въ трубкѣ и не думаетъ замерзать.

Ученикъ. А если трубка будетъ долго находиться въ смѣси?

Учитель. Все таки ничего не будетъ. Только тогда, когда я прибавлю еще соли, такъ чтобы температура опустилась ниже —10°, и буду при этомъ сильно встряхивать трубку, то я могу достигнуть того, что внезапно образуется ледъ.

Ученикъ. Да, я это вижу.

Учитель. Ну-съ, такъ вотъ относительно алмазовъ нужно разсуждать такимъ же образомъ. Условія, въ которыхъ производятся наши опыты, таковы, что при нихъ алмазъ не можетъ образоваться. Чтобы получить алмазъ необходимо очень сильное давленіе при высокой температурѣ. Достигнуть этого очень трудно, поэтому и получить алмазы очень трудно.

Ученикъ. Да, теперь я это себѣ представляю. Но почему же именно углеродъ обладаетъ такими особенностями?

Учитель. Это свойственно не одному углероду. Ты познакомишься вскорѣ со многими другими веществами, которыя также встрѣчаются въ нѣсколькихъ твердыхъ видоизмѣненіяхъ.

Ученикъ. Только твердыя вещества встрѣчаются въ различныхъ видоизмѣненіяхъ?

Учитель. Главнымъ образомъ твердыя. Такія вещества называются аллотропными. Уголь, алмазъ и графитъ—это аллотропическія видоизмѣненія или формы углерода.

Ученикъ. Теперь я, кажется, понялъ, въ чемъ здѣсь дѣло. Но я хотѣлъ бы знать еще одно; на чемъ основано это различие или отъ чего оно зависитъ!

Учитель. Оно зависитъ отъ различнаго содержанія въ веществахъ работы или энергіи. Подобно тому какъ нужна работа для превращенія льда въ воду или воды въ паръ, точно также нужна энергія для превращенія угля въ алмазъ; и какъ тамъ, такъ и здѣсь вещество при превращеніи не сопровождается ни присоединеніемъ, ни выдѣленіемъ какого-нибудь другого вещества.

Ученикъ. Значитъ, энергія есть какъ бы химическій элементъ, такъ какъ отъ соединенія съ ней одно вещество переходитъ въ другое съ иными свойствами.

Учитель. Такое представленіе вполнѣ допустимо. Но энергія не имѣетъ вѣса, и поэтому при такихъ аллотропическихъ превращеніяхъ не происходитъ измѣненія въ вѣсѣ.

Ученикъ. Такъ, теперь я все понялъ.

28. Окись углерода.

Учитель. Ты уже много разъ слышалъ отъ меня и видѣлъ, что происходитъ съ углеродомъ при его горѣніи.

Ученикъ. Да, получается газъ, который состоитъ изъ углерода и кислорода и называется двуокисью углерода. Почему онъ не называется просто окисью углерода?

Учитель. Потому что есть еще другое соединеніе этихъ двухъ элементовъ, которое называется окисью углерода. Въ отличіе отъ него первое соединеніе называется двуокисью углерода, такъ какъ оно содержитъ въ два раза больше кислорода.

Ученикъ. Какой видъ имѣетъ окись углерода?

Учитель. Это безцвѣтный газъ, который совершенно похожъ на двуокись углерода, но отличается отъ нея тѣмъ, что онъ горючъ и ядовитъ.

Ученикъ. Я могу его видѣть?

Учитель. Такъ же какъ всякій безцвѣтный газъ; по виду онъ ничѣмъ не отличается отъ воздуха; плотность и другія физическія свойства его такія же, какъ у азота. Тебѣ часто приходилось видѣть, какъ онъ горитъ.

Ученикъ. Гдѣ и когда?

Учитель. Ты вѣдь часто видѣлъ, какъ уголь горитъ въ печи. Сначала, какъ только уголь всыпанъ въ печь, получается свѣтлое пламя; это происходитъ оттого, что изъ угля выдѣляется водородъ и сгораетъ. При этомъ выдѣляются также нѣкоторыя углеродистыя соединенія, которыя придаютъ пламени яркость.

Ученикъ. Да, я это часто видѣлъ.

Учитель. Но когда уголь наконецъ весь раскалится, то пламя выглядитъ совсѣмъ иначе. Оно становится блѣдно-синеватымъ, и при дневномъ свѣтѣ его даже трудно разглядѣть. Ты можетъ быть видѣлъ когда-нибудь, какъ трубопроводчики разводятъ огонь въ своихъ переносныхъ коксовыхъ печахъ: коксъ раскаляется, и печь даетъ большой жаръ, но днемъ почти незамѣтно пламени, а вечеромъ видно блѣдное пламя.

Ученикъ. Да, я замѣтилъ это. Пламя почти совсѣмъ похоже на спиртовое пламя.

Учитель. Вѣрно, это и есть пламя окиси углерода. Сначала кислородъ, придя въ соприкосновеніе съ раскаленнымъ углемъ, соединяется съ двойнымъ, сравнительно съ двуокисью углерода, количествомъ угля и образуетъ окись углерода. Затѣмъ эта окись на поверхности угля, гдѣ есть свѣжій притокъ воздуха, сгораетъ въ двуокись углерода.

Ученикъ. Въ слѣдующій разъ я буду внимательнѣе слѣдить за горѣніемъ угля въ печи.

Учитель. И когда будешь слѣдить, то обрати при этомъ вниманіе на слѣдующее. Окись углерода сходна съ азотомъ также и въ томъ, что совершенно не имѣетъ запаха; но она, какъ я тебѣ уже сказалъ, очень ядовита. Когда она примѣшивается къ воздуху, то

можетъ причинить большой вредъ, и ежегодно немалое число людей умираетъ отъ отравленія окисью углерода.

Ученикъ. Какъ же это происходитъ?

Учитель. Да такъ именно, какъ я тебѣ только что сказалъ. Если въ печи находится раскаленный уголь и заслонка для выхода дыма закрыта слишкомъ рано, то притекающаго воздуха недостаточно для сжиганія угля въ двуокись, и образуется окись углерода; эта окись проникаетъ въ комнату и отравляетъ находящихся въ ней людей.

Ученикъ. Но вѣдь въ комнатѣ можетъ собраться лишь немного окиси углерода, потому что объемъ комнаты гораздо больше объема печи, и кромѣ того въ комнатѣ все же происходитъ обмѣнъ воздуха.

Учитель. Это вѣрно; но, къ сожалѣнію, окись углерода поглощается кровью даже и въ томъ случаѣ, когда содержаніе ея въ воздухѣ сравнительно незначительно. При этомъ люди не чувствуютъ никакого удушья; они становятся только слабыми и сонными, такъ что даже и не стараются спастись.

Ученикъ. А что дѣлать съ тѣми, у которыхъ началось отравленіе окисью углерода?

Учитель. Ихъ нужно какъ можно скорѣе вывести на свѣжій воздухъ и заставить какъ можно глубже дышать; въ крайнемъ случаѣ нужно прибѣгнуть къ искусственному дыханію, какъ это дѣлаютъ съ утопленниками, послѣдовательно наклоняя верхнюю часть тѣла и вытягивая руки поочередно то впередъ, то назадъ.—Свѣтильный газъ также содержитъ довольно большое количество окиси углерода, поэтому онъ тоже ядовитъ. Но свѣтильный газъ даетъ о себѣ знать по запаху, который происходитъ отъ имѣющихся въ немъ примѣсей. Если чувствуется этотъ запахъ, то необходимо поискать, откуда выходитъ газъ, и принять надлежащія мѣры.

Ученикъ. Я и не думалъ, что соединеніе углерода съ кислородомъ можетъ быть ядовито; вѣдь сами эти элементы совсѣмъ неядовиты и встрѣчаются повсюду въ нашемъ тѣлѣ.

Учитель. Здѣсь ты опять видишь, что свойства соединеній существенно отличаются отъ свойствъ элементовъ, изъ которыхъ образуются эти соединенія. Я уже раньше сказалъ тебѣ, что когда говорятъ, будто элементы содержатся въ ихъ соединеніяхъ, то выражаются неточно.

Ученикъ. Да, я хорошо это знаю, но обыкновенно такъ именно и говорятъ, а поэтому невольно представляешь себѣ, что это и въ самомъ дѣлѣ такъ.

29. Двуокись углерода.

Учитель. Что ты знаешь изъ прежнихъ уроковъ о двуокиси углерода?

Ученикъ. Что она образуется при горѣніи угля, а также при горѣніи разныхъ веществъ, содержащихъ углеродъ. Распознать ее можно при помощи известковой воды.

Учитель. Ты это хорошо запомнилъ. А что дѣлается съ известковой водой, когда на нее дѣйствуетъ двуокись углерода?

Ученикъ. Она становится мутной, какъ молоко.

Учитель. Да, на языкѣ химиковъ принято говорить: образуется бѣлый осадокъ.

Ученикъ. Кто же его осаждаетъ?

Учитель. Если ты дашь мутной жидкости постоять, то муть осядетъ на дно въ видѣ бѣлаго слоя, такъ какъ эта муть состоитъ изъ порошка болѣе плотнаго, чѣмъ жидкость, въ которой онъ образовался. Осадкомъ называется всякое твердое вещество, которое образуется въ жидкости вслѣдствіе химическаго процесса. А какой видъ имѣетъ двуокись углерода?

Ученикъ. Она, должно быть, тоже безцвѣтный газъ.

Учитель. Конечно. Она обладаетъ слѣдующимъ особеннымъ свойствомъ: она гораздо плотнѣе воздуха, и поэтому въ противоположность водороду она падаетъ въ воздухѣ внизъ.

Ученикъ. Я хотѣлъ бы это видѣть.

Учитель. Сначала мы должны добыть двуокись углерода. Для этого мы приготовляемъ такой же аппаратъ, какой служилъ намъ для полученія водорода (см. фиг. 24), но въ бутылку мы кладемъ не цинкъ, а мраморъ или мѣлъ. Черезъ воронку мы наливаемъ разведенную соляную кислоту. Ты видишь, что, какъ только соляная кислота попадаетъ въ бутылку, тотчасъ же начинается шипѣніе: выдѣляется газъ, который и есть двуокись углерода.

Ученикъ. А что происходитъ между соляной кислотой и мѣломъ?

Учитель. Я не могу пока объяснить тебѣ это подробно, такъ какъ ты еще не имѣешь для этого необходимыхъ знаній. Но ты скоро это узнаешь. Сначала намъ нужно убѣдиться въ томъ, что

газъ, который выдѣляется, есть дѣйствительно двуокись углерода. Для этого мы впускаемъ газъ въ пустую колбу, затѣмъ вливаемъ въ нее немного известковой воды и взбалтываемъ.

Ученикъ. Да, вѣрно; опять образуется бѣлый осадокъ.

Учитель. На этомъ опытѣ ты могъ уже убѣдиться, что двуокись углерода плотнѣе воздуха, такъ какъ она осталась въ колбѣ, а не ушла въ воздухъ. Но это будетъ еще нагляднѣе, если мы наполнимъ газомъ двѣ пробирки, какъ мы это дѣлали съ водородомъ, и одну изъ нихъ поставимъ отверстіемъ вверхъ, а другую опрокинемъ отверстіемъ внизъ. На этотъ разъ газъ останется въ первой пробиркѣ. Какъ ты въ этомъ убѣдишься?

Ученикъ. Конечно, при помощи известковой воды.

Учитель. Можно это сдѣлать проще. Двуокись углерода дѣйствуетъ на горящія тѣла, какъ азотъ: эти тѣла тухнутъ въ ней. Смотри: я вношу горящую лучину въ опрокинутую пробирку, и лучина продолжаетъ горѣть. Въ другой пробиркѣ, поставленной отверстіемъ вверхъ, она тухнетъ.

Ученикъ. Значитъ, азотъ и двуокись углерода обладаютъ одной и той же реакціей.

Учитель. Да, они одинаково дѣйствуютъ на горящую лучину. Но къ известковой водѣ они относятся различно; азотъ не даетъ съ ней никакого осадка. Часто случается, что два вещества сходны между собой въ одномъ какомъ нибудь отношеніи. Но если они отличаются другъ отъ друга хотя бы только въ одномъ какомъ-нибудь отношеніи, то слѣдуетъ считать ихъ различными. Двуокись углерода и по многимъ другимъ свойствамъ отличается отъ азота, напримѣръ по своей плотности.

Ученикъ. Почему лучина тухнетъ въ двуокиси углерода? Вѣдь двуокись содержитъ кислородъ.

Учитель. Это хитрый вопросъ! При горѣніи лучины главнымъ образомъ сгораетъ углеродъ; значитъ этотъ углеродъ долженъ былъ бы вытѣснить тотъ углеродъ, который связанъ въ двуокиси съ кислородомъ. Это все равно, какъ если бы ты хотѣлъ поднять самаго себя на воздухъ.

Ученикъ. Такъ, такъ!

Учитель. Но другія вещества могутъ отнимать кислородъ отъ двуокиси углерода,—напр. магній. Тебѣ знакомы ленты магнія, которыя можно зажечь и которыя такъ ярко горятъ. Я наполняю бутылку двуокисью углерода...

Ученикъ. Развѣ ты будешь собирать газъ не надъ водой?

Учитель. Этого не нужно; я просто выпускаю его изъ трубки на дно сосуда, гдѣ онъ и остается вслѣдствіе своей большей плотности сравнительно съ воздухомъ. Я могу узнать, полна ли бутылка, поднося къ ея отверстію горящую спичку: если она тухнетъ, значитъ бутылка уже полна, и двуокись углерода переливается черезъ горлышко наружу.

Ученикъ. Это однако просто! Дай мнѣ это сдѣлать. Такъ, теперь бутылка полна.

Учитель. Ну-съ, такъ какъ одинъ кусокъ магніевой ленты можетъ легко потухнуть, то я складываю вмѣстѣ нѣсколько кусковъ, зажигаю ихъ и опускаю въ двуокись углерода.

Ученикъ. Какой трескъ и брызги!

Учитель. Ты видишь, что горѣніе происходитъ иначе, чѣмъ въ воздухѣ. При этомъ образовались черное и бѣлое вещества. Бѣлое это—окись магнія, черное это—углеродъ, который выдѣлился изъ двуокиси углерода.

Ученикъ. Ага, наконецъ то удалось мнѣ его увидѣть!

Учитель. Сейчасъ ты сможешь лучше разсмотрѣть его; я приливаю немного соляной кислоты; она растворяетъ окись магнія и оставляетъ неизмѣненнымъ углеродъ.

Ученикъ. Да, теперь все стало чернымъ. А что это пѣнится?

Учитель. Это еще осталось немного металлическаго магнія. Онъ дѣйствуетъ на соляную кислоту, какъ цинкъ, выдѣляя изъ нея водородъ.—Теперь покажу тебѣ еще одно свойство двуокиси углерода. Я наполняю бутылку надъ водой нашимъ газомъ, но оставляю въ ней немного воды и крѣпко встряхиваю её, закрывъ отверстіе пальцемъ. Ты видишь, палецъ такъ крѣпко присталъ къ отверстію, какъ будто бы его присосало; это показываетъ, что давленіе внутри бутылки уменьшилось. Если я погружу горлышко ея въ воду и отниму палецъ, то въ бутылку войдетъ порядочное количество воды. Если я теперь буду повторять взбалтываніе и наполненіе водой, то окажется въ концѣ концовъ что почти вся бутылка будетъ наполнена водой. Что означаетъ этотъ опытъ?

Ученикъ. Что двуокись углерода поглощается водой.

Учитель. Да, она сравнительно нетрудно растворяется въ водѣ. Одинъ литръ воды при комнатной температурѣ растворяетъ почти одинъ литръ двуокиси углерода; на холоду растворяется больше, въ теплѣ—меньше.

Ученикъ. Не такъ ли приготовляется и сельтерская вода? Мнѣ помнится, что ты какъ-то говорилъ что-то въ этомъ родѣ.

Учитель. Конечно; сельтерская вода это—растворъ двуокиси углерода въ водѣ, содержащей кромѣ того еще нѣкоторыя соли.

Ученикъ. Но вѣдь такая вода называется обыкновенно углекислой водой.

Учитель. Двуокись углерода называется въ обыденной жизни угольной кислотой. Но это названіе, какъ и названіе кислородъ, является остаткомъ прежнихъ, неправильныхъ взглядовъ, и я предпочитаю съ самаго начала пріучить тебя употреблять правильное названіе. Отъ чего зависитъ шипѣніе сельтерской воды? Помнишь-ли ты, что я тебѣ говорилъ по этому поводу?

Ученикъ. Это оттого, что двуокись углерода была растворена въ водѣ при болѣе высокомъ давленіи; когда давленіе уменьшается, она выдѣляется. Кромѣ того, ты еще говорилъ, что всегда растворяется одинаковый объемъ газа, независимо отъ давленія.

Учитель. Совершенно вѣрно. Ты уже знаешь теперь, что при данной температурѣ вѣсовыя количества газа, наполняющія данный объемъ, относятся другъ къ другу...

Ученикъ. Какъ давленія.

Учитель. Да, значитъ при различныхъ давленіяхъ растворяются различныя количества газа, которыя относятся между собой, какъ давленія. Сельтерская вода приготовляется обыкновенно при 4 атм. давленія; значитъ въ ней въ 4 раза больше двуокиси углерода, чѣмъ сколько въ ней можетъ раствориться при 1 атм. Этотъ избытокъ газа и выдѣляется съ шипѣніемъ при выливаніи сельтерской воды изъ бутылки.

Ученикъ. Есть еще другіе напитки, которые пѣнятся, напр. пиво. Тамъ это тоже происходитъ отъ двуокиси углерода?

Учитель. Конечно. Но въ пиво не накачиваютъ двуокиси углерода; она получается при образованіи пива изъ солода и остается растворенной въ жидкости.

Ученикъ. А изъ чего же она образуется?

Учитель. Въ солодѣ находится сахаръ; этотъ сахаръ разлагается дѣйствіемъ дрожжей на спиртъ, остающійся въ пивѣ и придающій ему опьяняющее дѣйствіе, и на двуокись углерода, которая отчасти улетучивается.

Ученикъ. Недавно одинъ товарищъ сказалъ мнѣ, что въ томъ домѣ, гдѣ онъ живетъ, есть пивной погребъ и что туда привозятъ бомбы съ угольной кислотой. Что это такое? Онъ показывалъ мнѣ большія желѣзныя бутылки и сказалъ, что это и есть эти бомбы.

Учитель. Въ этихъ бутылкахъ находится двуокись углерода въ жидкомъ состоянiи. Она служитъ для того, чтобы выкачивать давленiемъ наверхъ пиво изъ бочекъ, которыя лежатъ въ погребѣ.

Ученикъ. Жидкая двуокись углерода?

Учитель. Да, если сжимать двуокись при помощи сильнаго насоса, то она станетъ наконецъ жидкой, какъ вода, и по внѣшнему виду будетъ похожа на послѣднюю.

Ученикъ. Нужно, должно быть ужасно сильно сжимать.

Учитель. Это зависитъ отъ температуры. При 0° нужно 35,4 атм., при 20°—58,8 атм., а при—80° двуокись становится жидкой уже при обыкновенномъ воздушномъ давленiи, т. е. при одной атмосферѣ. Значитъ—80° это—температура кипѣнiя жидкой двуокиси углерода. Она въ этомъ отношенiи сходна съ водой, пары которой производятъ тѣмъ большее давленiе, чѣмъ выше температура. Только для двуокиси углерода соотвѣтствующiя температуры лежатъ гораздо ниже.

Ученикъ. Значитъ двуокись углерода это собственно паръ?

Учитель. Можешь и такъ ее назвать.

Ученикъ. Въ слѣдующiй разъ я попрошу отца моего товарища, чтобы онъ отлилъ мнѣ немного жидкой двуокиси углерода въ стаканъ, тогда я смогу разсмотрѣть ее.

Учитель. Это тебѣ не удастся, потому что, стоитъ только ее вылить изъ стальной бутылки, какъ она сейчасъ же становится твердой, какъ снѣгъ.

Ученикъ. Отчего же это?

Учитель. Ты знаешь, что при кипѣнiи расходуется большое количество теплоты. Всѣ жидкости въ этомъ отношенiи сходны между собой; слѣдовательно тоже происходитъ и при кипѣнiи двуокиси углерода. Когда же жидкая двуокись углерода выходитъ изъ бутылки на воздухъ, гдѣ давленiе равно только одной атмосферѣ, то она сейчасъ же сильно закипаетъ, и при этомъ поглощается такъ много теплоты, что часть двуокиси углерода замерзаетъ.

Ученикъ. Тогда посредствомъ кипѣнiя можно было бы заморозить также и воду! Но это мнѣ кажется невозможно!

Учитель. Совсѣмъ нѣтъ; нужно только устроить такъ, чтобы вода могла кипѣть при температурѣ ниже 0°; для этого необходимо сдѣлать давленiе очень малымъ. Если помѣстить воду въ пространство, изъ котораго по возможности выкачанъ воздухъ, то ее дѣйствительно можно заморозить. Съ ней происходитъ тогда то же самое, что и съ двуокисью углерода при выливанiи послѣдней изъ

бутыли. На этомъ основаны машины для приготовленія льда, которыя даютъ возможность приготовлять его лѣтомъ. Двуокись углерода, какъ ты видишь, сходна съ водой еще и въ томъ отношеніи, что она извѣстна во всѣхъ трехъ состояніяхъ. Жидкая двуокись углерода, вслѣдствіе примѣненія ея при фабрикаціи сельтерской воды и при разливкѣ пива, стала теперь весьма важнымъ предметомъ торговли; если ты будешь присматриваться, ты легко замѣтишь, какъ часто встрѣчаются ломовыя телѣги, нагруженныя стальными бутылками съ жидкой двуокисью углерода.

Ученикъ. Откуда же получаютъ такія большія количества ея.

Учитель. Большей частью она выдѣляется изъ земли. Во многихъ мѣстахъ, именно въ тѣхъ, гдѣ есть или были вулканы, изъ почвы постоянно выдѣляется чистая двуокись углерода. Если же она встрѣчаетъ на своемъ пути подземные источники, то насыщаетъ ихъ; и тогда эти воды выходятъ на поверхность земли въ видѣ углекислой или просто кислой минеральной воды.

Ученикъ. Почему же кислой?

Учитель. Потому что растворъ двуокиси углерода имѣетъ кисловатый вкусъ.

Ученикъ. Отсюда, должно быть, и происходитъ названіе „углекислота“?

Учитель. Да, оно имѣетъ связь съ этимъ.—Въ другихъ мѣстахъ двуокись углерода выдѣляется на дневную поверхность сама по себѣ; ее можно собрать и посредствомъ сильныхъ насосовъ наполнить ею стальныя бутылки. Такіе источники двуокиси углерода встрѣчаются напр. въ Неаполѣ вблизи Везувія. Тамъ въ одномъ мѣстѣ газъ выдѣляется внутри пещеры съ углубленнымъ дномъ и заполняетъ нижнюю часть ея приблизительно на полъ-метра; избытокъ же газа подобно водѣ переливается черезъ порогъ пещеры. Поэтому человѣкъ можетъ войти въ пещеру безъ всякой опасности для себя, такъ какъ его голова находится выше слоя двуокиси углерода; собака же задыхается въ ней. Это извѣстная собачья пещера.—

Ученикъ. А тамъ дѣйствительно оставляютъ собакъ до тѣхъ поръ, пока онѣ задохнутся?

Учитель. Нѣтъ, ихъ выносятъ своевременно на воздухъ, чтобы онѣ могли придти въ себя.

Ученикъ. Все таки это жестоко! А почему животныя задыхаются въ двуокиси углерода?

Учитель. По тому же самому почему онѣ задыхаются въ азотѣ: вслѣдствіе отсутствія свободнаго кислорода. Впрочемъ, дву-

окись углерода собственно не ядовита, какъ азотъ; вѣдь она постоянно находится въ нашихъ легкихъ.

Ученикъ. Какъ она туда попадаетъ?

Учитель. Изъ крови. Я тебѣ уже говорилъ, что питательныя вещества, содержащія углеродъ, сжигаются въ нашихъ тканяхъ кислородомъ, который приносится къ нимъ кровью. При этомъ образуется двуокись углерода, какъ и при обыкновенномъ горѣніи. Эта двуокись поглощается кровью, попадаетъ въ легкія; а отсюда мы выдыхаемъ ее вмѣстѣ съ азотомъ.

Ученикъ. Значитъ, въ воздухѣ, который я выдыхаю, должна содержаться двуокись углерода?

Учитель. Конечно; возьми-ка стаканъ съ известковой водой и вдувай въ нее черезъ стеклянную трубку воздухъ изъ твоихъ легкихъ.

Ученикъ. Вѣрно; вода становится мутной, и образуется бѣлый осадокъ.—Какъ много замѣчательнаго я опять узналъ! Нужно будетъ все это запомнить!

30. Солнце.

Ученикъ. Мнѣ пришла на умъ одна мысль, надъ которой я все время ломаю себѣ голову. Я узналъ теперь, что при горѣніи, дыханіи и тлѣніи образуется двуокись углерода и что кромѣ того она выдѣляется также изъ земли. Но вѣдь вся эта двуокись должна оставаться въ воздухѣ и скопляться въ немъ. А развѣ воздухъ наполненъ двуокисью углерода?

Учитель. Въ воздухѣ содержится нѣкоторое количество двуокиси, но немного, всего около $^1/_{2000}$ части; и только въ закрытыхъ помѣщеніяхъ, гдѣ выдѣляется много двуокиси углерода путемъ дыханія, броженія или другихъ аналогичныхъ процессовъ, ея собирается больше. Что двуокись углерода находится въ воздухѣ, ты можешь видѣть изъ того, что известковая вода при стояніи на воздухѣ покрывается бѣлой пленкой.

Ученикъ. Пленкой? Ахъ, такъ; я понимаю: вслѣдствіе того, что двуокись углерода можетъ дѣйствовать только на поверхность воды, осадокъ образуется только на этой поверхности. Но куда дѣвается вся та двуокись, которая попадаетъ въ воздухъ? Или ея такъ мало въ сравненіи съ воздушнымъ океаномъ, что накопленія ея нельзя замѣтить?

Учитель. Нѣтъ, ее конечно можно было бы замѣтить. Дѣло въ томъ, что въ природѣ установилось состояніе равновѣсія, при

которомъ воздухъ теряетъ столько же двуокиси углерода, сколько получаетъ.

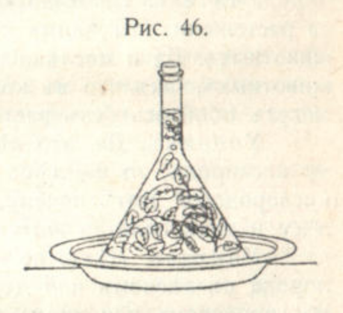
Ученикъ. Куда же она дѣвается?

Учитель. Ее потребляютъ растенія. Они разлагаютъ ее такимъ образомъ, что углеродъ остается въ нихъ и идетъ на построеніе ихъ тѣла, а кислородъ опять поступаетъ въ воздухъ.

Ученикъ. Значитъ растенія могутъ приготовлять кислородъ! Я могу это видѣть?

Учитель. Это нетрудно показать. Возьмемъ большую стеклянную воронку, наполнимъ ее свѣжими, зелеными листьями и опрокинемъ ее надъ широкимъ сосудомъ съ свѣжей водой. Будемъ погружать воронку до тѣхъ поръ, пока она совершенно наполнится водой, и закроемъ отверстіе пробкой. Теперь мы все это выставимъ на солнце (фиг. 49).

Рис. 46.



Ученикъ. Дай-ка, я вынесу ведро.

Учитель. Это излишне; я подставлю тарелку подъ воронку, а затѣмъ вытащу ихъ вмѣстѣ изъ ведра, причемъ вода не выльется изъ воронки. Когда я выставлю ее на солнечный свѣтъ, ты скоро замѣтишь пузырьки газа, которые поднимаются вверхъ и тамъ собираются.

Ученикъ. Можетъ быть, это просто газъ, который былъ растворенъ въ водѣ и который начинаетъ выдѣляться вслѣдствіе нагрѣванія.

Учитель. Нѣтъ, вода такъ скоро не можетъ нагрѣться. Будемъ вращать воронку кругомъ, такъ чтобы солнце дѣйствовало на нее со всѣхъ сторонъ, пока не соберется нѣсколько кубическихъ сантиметровъ газа. Потомъ перенесемъ воронку опять въ большой сосудъ съ водой и будемъ держать ее такъ, чтобы вода внутри и снаружи находилась на одномъ и томъ же уровнѣ и вынемъ пробку; если теперь мы поднесемъ къ отверстію тлѣющую лучинку, то сможемъ убѣдиться, что въ воронкѣ дѣйствительно находится кислородъ.

Ученикъ. Это красивый опытъ! А теперь я буду совсѣмъ иначе смотрѣть на растенія. Выходитъ, что они являются для насъ величайшими благодѣтелями. Мнѣ въ голову и не приходило раньше, что путемъ дыханія, горѣнія и т. д. долженъ былъ бы из-

расходоваться въ концѣ концовъ весь кислородъ. Растенія же опять намъ его возвращаютъ.

Учитель. Ты видишь, мы зависимъ отъ растеній не только потому, что они доставляютъ намъ пищу, но и потому еще, что они даютъ намъ кислородъ, необходимый для сжиганія этой пищи.

Ученикъ. Первое я не совсѣмъ понялъ. Вѣдь мы ѣдимъ не одни только растенія, а еще и мясо.

Учитель. Но животныя, мясо которыхъ мы ѣдимъ, питаются растеніями. Мы ѣдимъ только травоѣдныхъ, а не плотоядныхъ животныхъ. Да и послѣднія живутъ только на счетъ травоядныхъ животныхъ, такъ что въ концѣ концовъ и человѣкъ, и животныя не могутъ обойтись безъ растеній.

Ученикъ. Да, это вѣрно. Но если растенія отдаютъ воздуху кислородъ, то въ лѣсахъ воздухъ долженъ быть гораздо богаче кислородомъ? Вотъ почему, можетъ быть, такъ пріятно гулять въ лѣсу и такъ полезно жить въ деревнѣ.

Учитель. Нѣтъ, не потому. Разница между содержаніемъ кислорода въ лѣсномъ или деревенскомъ воздухѣ и содержаніемъ его въ городскомъ или иномъ какомъ либо воздухѣ, очень мала, ее едва можно замѣтить.

Ученикъ. Почему же это такъ? Развѣ это не противорѣчитъ тому, что ты раньше сказалъ?

Учитель. Вслѣдствіе постояннаго передвиженія воздуха происходитъ такой быстрый обмѣнъ его, что всѣ различія сейчасъ же уничтожаются. Вѣтеръ средней силы пробѣгаетъ 1 километръ въ 2 минуты; ты можешь теперь представить себѣ, какъ быстро лѣсной воздухъ достигаетъ города и городской воздухъ переносится въ лѣсъ.

Ученикъ. А что происходитъ въ океанѣ?

Учитель. И тамъ дѣло обстоитъ не иначе. Въ водѣ живутъ не только животныя, но живетъ и безчисленное множество очень мелкихъ растеній. Эти растенія также разлагаютъ двуокись углерода, но не ту, которая содержится въ воздухѣ, а ту, которая растворена въ водѣ, и отдаютъ кислородъ въ растворенномъ видѣ. Въ такомъ видѣ имъ пользуются рыбы и другія морскія животныя, для которыхъ сжиганіе питательныхъ веществъ тоже вѣдь является источникомъ энергіи.

Ученикъ. Да, онѣ дышутъ жабрами. Что это собственно значитъ?

Учитель. Жабры гонятъ воду, содержащую кислородъ, че-

резъ аппараты, черезъ которые, какъ и черезъ легкіе протекаетъ кровь, и въ которыхъ двуокись углерода, принесенная кровью изъ различныхъ тканей, обмѣнивается на кислородъ.

Ученикъ. Значитъ, происходитъ то же самое, что у земноводныхъ животныхъ, только здѣсь вода вмѣсто воздуха служитъ для доставленія кислорода.

Учитель. Совершенно вѣрно; но есть и другія нисшія животныя, у которыхъ дѣло происходитъ еще проще: вода прямо проходитъ въ ткани ихъ тѣла.

Ученикъ. Какъ хорошо происходитъ этотъ круговоротъ кислорода и углерода: растенія берутъ то, что не нужно животнымъ, а животныя берутъ то, что не нужно растеніямъ. Съ азотомъ происходитъ то же самое?

Учитель. Конечно; но азотъ, какъ ты знаешь, долженъ оставаться связаннымъ.

Ученикъ. Я припоминаю; убыль связаннаго азота возмѣщается дѣйствіемъ почвы. Слѣдовательно, все происходитъ въ наилучшемъ порядкѣ.—Но скажи мнѣ—я хотѣлъ тебя объ этомъ еще раньше спросить—почему листья должны быть выставлены на солнце, для того чтобы выдѣлился кислородъ?

Учитель. Ты самъ собственно долженъ былъ бы отвѣтить на этотъ вопросъ. Когда углеродъ сгораетъ въ двуокись углерода, то освобождается нѣкоторое количество теплоты.

Ученикъ. Конечно; на счетъ этой теплоты и совершается работа, которую производятъ машины, люди и животныя.

Учитель. Значитъ, для того чтобы опять разложить двуокись углерода, нужно затратить такое же количество работы, какое освободилось при соединеніи углерода съ кислородомъ въ двуокись. Откуда же растенія берутъ эту работу?

Ученикъ. Я объ этомъ еще не думалъ. Ты говорилъ, что-то о солнцѣ; не берутъ ли они ее отъ него?

Учитель. Разумѣется! Растенія ведутъ двоякій образъ жизни. Съ одной стороны они должны, какъ и животныя, производить работу—всасывать воду, увеличивать свое тѣло, давать цвѣты и плоды и еще многое другое. Эту работу они также не могутъ создать изъ ничего, а должны откуда нибудь взять ее; для этой цѣли они потребляютъ пищу. Но они отличаются отъ животныхъ тѣмъ, что сами приготовляютъ себѣ необходимую пищу, а требующуюся для этого работу или энергію они заимствуютъ у солнечнаго свѣта.

Ученикъ. Ты сказалъ, что растенія, какъ и животныя, производятъ работу на счетъ своей пищи. Значитъ, они должны выдѣлять двуокись углерода.

Учитель. Они и дѣлаютъ это. Въ этомъ и заключается двойственный характеръ жизни растеній. Какъ и животныя, они производятъ свою работу, создавая необходимую энергію сжиганіемъ пищи. Расходъ этой энергіи они покрываютъ тѣмъ, что вновь собираютъ энергію солнечнаго свѣта и накопляютъ ея гораздо больше, нежели расходуютъ, такъ какъ имъ нуженъ запасъ на то время когда темно. Поэтому они во всякое время выдѣляютъ двуокись углерода, но это становится замѣтнымъ только въ темнотѣ, такъ какъ при солнечномъ свѣтѣ они въ то же время выдѣляютъ кислородъ и выдѣляютъ его гораздо больше, чѣмъ двуокиси углерода.

Ученикъ. А какъ растенія пользуются солнечной энергіей?

Учитель. Точныхъ свѣдѣній на этотъ счетъ не имѣется. Извѣстно лишь, что это способны дѣлать только зеленыя растенія, безцвѣтныя же, какъ напр. грибы, живутъ точно такъ же, какъ и животныя, на счетъ растительной пищи, гніющихъ листьевъ и т. д. Неизвѣстно также, что образуется сначала изъ двуокиси углерода въ листьяхъ, гдѣ происходитъ эта работа; удалось только доказать, что при этомъ образуется крахмалъ, что же образуется раньше его—неизвѣстно. Ты значитъ долженъ представить себѣ зеленыя клѣтки растеній, въ видѣ маленькихъ лабораторій, въ которыхъ изготовляются вещества, необходимыя для растеній, и которыя обладаютъ приспособленіями для превращенія солнечнаго свѣта или лучистой энергіи солнца въ энергію химическихъ соединеній.

Ученикъ. Въ концѣ концовъ, значитъ, наша жизнь зависитъ только отъ солнца? Вѣдь я помню, какъ ты говорилъ, что движеніе воды и воздуха на земной поверхности происходитъ вслѣдствіе дѣйствія солнечной теплоты. Слѣдовательно, все, что происходитъ на землѣ, зависитъ только отъ солнца.

Учитель. Это почти вполнѣ вѣрно. Въ самомъ дѣлѣ, я знаю одно только явленіе, которое не зависитъ отъ солнца, это—приливъ и отливъ; они зависятъ отъ вращенія земли и дѣйствія луны. Но это крайне незначительно въ сравненіи со всѣмъ тѣмъ, что дѣлаетъ солнце.

Ученикъ. Чѣмъ же можно объяснить то, что все такъ зависитъ отъ солнца?

Учитель. Это потому, что лучеиспуканіе солнца есть единственный источникъ энергіи, который находится въ нашемъ распо-

ряжении. А такъ какъ все то, что происходитъ, можетъ произойти только благодаря энергіи или работѣ, то все и зависитъ отъ источника энергіи.

Ученикъ. Мнѣ теперь уже не кажется такимъ важнымъ круговоротъ элементовъ, который недавно такъ заинтересовалъ меня.

Учитель. Это и въ самомъ дѣлѣ менѣе важно, чѣмъ тотъ потокъ энергіи, который изливается солнцемъ на землю, воспринимается здѣсь растеніями, накопляется ими и дѣлаетъ возможнымъ благодаря этому существованіе всего живущаго. Ты можешь представить себѣ эти отношенія въ видѣ водяной мельницы. Элементы это—вращающееся колесо, которое постоянно пользуется работой падающей воды. А падающая вода это—солнечные лучи, безъ которыхъ мельница жизни тотчасъ остановилась бы.



ОГЛАВЛЕНІЕ.

